

**“Año del diálogo y la reconciliación nacional”**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE TESIS**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO SUYO, PROVINCIA AYABACA, REGIÓN PIURA.”**

**TESISTA :**

**Br. Ing. ERICK JARRICZON CARHUAPOMA LIZANO**

**ASESOR :**

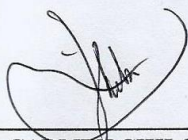
**Ing. JULIAN FEDERICO DIENSTMAIER LEON**

**PIURA-PERÚ**

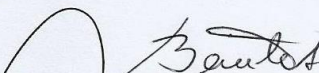
**Marzo, 2018**

## HOJA DE REGISTRO DE FIRMAS

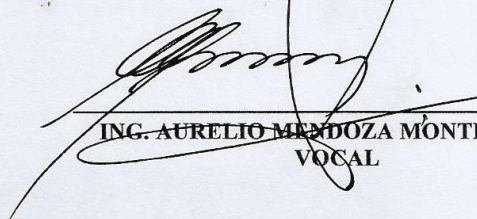
Tesis presentada como registro para optar el título de Ingeniero Civil “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO SUYO, PROVINCIA AYABACA, REGIÓN PIURA.”



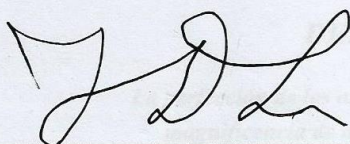
ING. CARMEN CHILON MUÑOZ  
PRESIDENTE



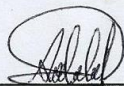
ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS  
SECRETARIO



ING. AURELIO MENDOZA MONTENEGRO  
VOCAL



ING. JULIAN FEDERICO DIENSTMAIER LEON  
ASESOR



Br. ERICK JARRICZON CARHUAPOMA LIZANO  
TESISTA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**DECANATO**

## **ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para estudiar el Trabajo de Tesis, presentado por el ex alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

**BACH. CARHUAPOMA LIZANO ERICK JARRICZON**

### **TESIS TITULADA**

**"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACION DE EXCRETAS  
EN EL SECTOR CHIQUEROS DISTRITO DE SUYO PROVINCIA DE AYABACA  
REGION PIURA"**

Oídas las observaciones y las respuestas a las preguntas, lo declaran

*APROBADO* con el calificativo de *BUENO*

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado:

*APTO*

Por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **título de INGENIERO CIVIL**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 176 del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 27 de marzo de 2018.

  
**ING. CARMEN CHILON MUÑOZ M.Sc.**  
**PRESIDENTE**

  
**ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS**  
**SECRETARIO**

  
**ING. AURELIO DEMOSTENES MENDOZA MONTENEGRO**  
**VOCAL**

## RESUMEN

En el Capítulo I, “Antecedentes”, se presentan los datos generales de la localidad de Chiqueros, así como también los aspectos fundamentales en consideración. También se realizó una evaluación socioeconómica de área en estudio. En el Capítulo II, “Opciones técnicas para el sistema de abastecimiento de agua potable” se consolidan las opciones técnicas de sistemas de abastecimiento de agua potable, los factores de selección, así como también se selecciona la opción que se empleó para el sistema de la localidad de chiqueros. En el Capítulo III, “Parámetros de diseño” se realizó un análisis de los parámetros de diseño que intervienen el presente proyecto de Tesis, tales como el periodo de diseño, el análisis poblacional, la determinación de la dotación y el cálculo de los caudales de diseño. En el Capítulo IV, “Captación” se analizó la selección de captación usada, y el cálculo de sus elementos que la conforman. En el Capítulo V, “Línea de Conducción” veremos los criterios de diseño utilizados para el cálculo de la línea de conducción. En el Capítulo VI, “Reservorio” se analizó las consideraciones básicas para la selección de tipo de almacenamiento a usar, para posteriormente determinar su dimensión junto a sus elementos que lo conforman. En el Capítulo VII, “Red de distribución” Se analizó cada uno de los criterios técnicos que nos brinda la norma para proceder a hacer el diseño de esta, además se implementó válvulas de purga, válvulas de aire y válvulas de distribución para garantizar una mayor eficiencia del sistema. En el Capítulo VIII, “Opciones técnicas para el sistema de saneamiento” Se consolidan todas las opciones técnicas del sistema de saneamiento, los factores de selección, así como también se selecciona la opción a emplear en este proyecto. En el Capítulo IX, “Diseño del sistema de saneamiento” Se analizó cada uno de los componentes de la unidad básica de saneamiento, el diseño del biodigestor y el pozo de percolación tomando en consideración la norma IS020 “Tanques sépticos” del Reglamento Nacional de Edificaciones. En el Capítulo XI, “Evaluación de impacto ambiental” se identificó los impactos ambientales, así como también se analizaron los impactos que generaría su construcción y funcionamiento. Se realizó un análisis de las medidas de mitigación, control, identificación y evaluación de vulnerabilidad del sistema de agua potable y eliminación de excretas.

### **Palabras clave(es):**

Diseño; agua; potable; excretas; Chiqueros; saneamiento; ubs.

## ABSTRACT

Sanitation projects are of vital importance in rural localities as it gives a great boost to development. This thesis seeks to design a drinking water system and optimal excreta disposal that meets the design parameters established by Peruvian technical standards. In Chapter I, "Antecedents", the general data of the town of Chiqueros is presented, as well as the fundamental aspects that will be taken into consideration. A socioeconomic evaluation of the area under study is also made. Chapter II, "Technical options for the potable water supply system" consolidates the technical options of drinking water supply systems, the selection factors, as well as the options that will be used for the drinking water system. Chiqueros locality. In Chapter III, "Design Parameters" an analysis of the design parameters that will intervene in the present Thesis project, such as the design period, the population analysis, the determination of the endowment and the calculation of the flows, will be carried out. of design. In Chapter IV, "Catchment", the selection of used collection will be analyzed, for the subsequent calculation of its constituent elements. In Chapter V, "Line of Driving" we will see the design criteria that will be used for the driving lines, as well as the design of the driving line itself. In Chapter VI, "Reservorio", the basic considerations for selecting the type of storage to be used will be analyzed, in order to later determine its dimension together with its elements that make it up. In Chapter VII, "Distribution Network" we will analyze each one of the technical criteria that the standard gives us and we will proceed to the design of this, in addition purge valves, air valves and distribution valves will be implemented to guarantee a greater efficiency of the system. Chapter VIII, "Technical options for the sanitation system" consolidates all the technical options of the sanitation system, the selection factors, as well as the option to be used in this project. In Chapter IX, "Design of the sanitation system" will be analyzed each of the components of the basic sanitation unit, the design of the biodigester and the percolation well taking into consideration the IS020 "Septic Tanks" of the National Building Regulations. In Chapter XI, "Environmental impact assessment", environmental impacts are identified, as well as the impacts that would be generated by its construction and operation. An analysis of the mitigation, control, identification and vulnerability assessment measures of the drinking water system and excreta disposal will be made.

### **Keywords(is):**

Design; water; potable; excreta; Chiqueros; sanitation; ubs.

## ***DEDICATORIA***

***La perfección de los organismos animales y vegetales, la magnificencia de mundo microscópico, el cerebro humano, los ecosistemas; el universo todo, demuestra la existencia de un creador “científico” infinitamente inteligente y poderoso.***

***Dedicado a Dios, el científico más grande.***

***A mi familia; para que nunca los obstáculos sean más grandes que el tamaño de nuestros sueños.***



## INDICE

### LISTADO DE FIGURAS

### RESUMEN

### ABSTRACT

### CAPITULO I

#### ANTECEDENTES

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	15
1.2.	OBJETIVOS.....	16
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	16
1.3.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	17
1.4.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	18
1.5.	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	19
1.5.1.	FLORA Y FAUNA.....	19
1.5.2.	AGRICULTURA.....	19
1.5.3.	GANADERÍA.....	20
1.5.4.	MINERÍA ARTESANAL INFORMAL.....	21
1.5.5.	EDUCACIÓN.....	21
1.5.6.	INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDAS.....	22
1.5.7.	MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	22
1.5.8.	SERVICIOS BÁSICOS.....	23
1.5.9.	ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DE ESTUDIO.....	

### CAPITULO II

#### OPCIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.1.	TIPOS DE FUENTE.....	24
2.1.1.	AGUA DE LLUVIA.....	24
2.1.2.	AGUAS SUPERFICIALES.....	26
2.1.3.	AGUAS SUBTERRANEAS.....	27
2.1.4.	SELECCIÓN DEL TIPO DE FUENTE.....	36
2.2.	EVALUACIÓN DE LA FUENTE.....	37
2.2.1.	ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE AGUA.....	37
2.2.2.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA.....	40
2.2.3.	UBICACIÓN DE LA FUENTE.....	44
2.3.	EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE.....	45
2.3.1.	SISTEMAS POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO.....	45
2.3.2.	SISTEMAS POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO.....	48
2.3.3.	SISTEMAS POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO.....	55
2.3.4.	SISTEMAS POR BOMBEO CON TRATAMIENTO.....	59
2.3.5.	SISTEMAS NO CONVENCIONALES .....	66
2.3.6.	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	66

### CAPITULO III

#### PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1.	PERIODO DE DISEÑO.....	68
3.2.	ANÁLISIS POBLACIONAL.....	68
3.2.1.	INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS ULTIMOS CENSOS.....	68
3.2.2.	MÉTODOS DE CÁLCULO PARA LA POBLACIÓN DE DISEÑO.....	69
3.3.	DOTACIÓN DE AGUA.....	71
3.4.	CAUDALES DE DISEÑO.....	72
3.4.1.	CAUDAL MEDIO DIARIO.....	72





3.4.2.	CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	73
3.4.3.	CAUDAL MÁXIMO HORARIO.....	73
3.5.	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.....	73
3.5.1.	DATOS GENERALES.....	73
3.5.2.	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD(D).....	73
3.5.3.	DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN.....	74
3.5.4.	DEFINIMOS LA TASA DE CRECIMIENTO.....	74
3.5.5.	ESTABLESCO EL INDICE DE PERDIDAS.....	74
3.5.6.	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA(Pf).....	74
3.5.7.	CÁLCULO DEL CONSUMO.....	74
3.5.8.	CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO DIARIO(Qm).....	74
3.5.9.	CORRECCIÓN DE Qm POR PÉRDIDAS.....	74
3.5.10.	DETERMINAMOS EL CAUDAL MÁXIMO DIARIO(Qmd).....	75
3.5.11.	DETERMINAMOS EL CAUDAL MÁXIMO HORAR(Qmh).....	75
 CAPITULO IV		
CAPTACIÓN		
4.1.	CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA.....	76
4.1.1.	DEFINICIÓN. ....	76
4.1.2.	DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO.....	76
4.1.3.	CÁLCULO DE LA CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA.....	82
 CAPITULO V		
LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	86
5.1.1.	CAUDAL DE DISEÑO.....	86
5.1.2.	CARGA ESTÁTICA Y CARGA DINÁMICA.....	86
5.1.3.	CLASES DE TUBERÍA.....	86
5.1.4.	SELECCIÓN DE DIÁMETROS.....	88
5.1.5.	ESTRUCTURAS COMPLEMENTAREAS.....	89
5.1.6.	CONSIDERACIONES COMPLEMENTÁREAS.....	90
5.2.	DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	92
5.2.1.	CÁLCULO DE LA CARGA DISPONIBLE.....	92
5.2.2.	CÁLCULO DE LA PENDIENTE MÁXIMA.....	92
5.2.3.	CÁLCULO DEL DIÁMETRO TEÓRICO.....	93
5.2.4.	SELECCIÓN DEL DIÁMETRO COMERCIAL.....	93
5.2.5.	CÁLCULO DE LA PENDIENTE.....	94
5.2.6.	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD.....	94
5.2.7.	CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA.....	94
 CAPITULO VI		
RESERVORIO		
6.1.	CONSIDRACIONES BÁSICAS.....	97
6.1.1.	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.....	97
6.1.2.	TIPOS DE RESERVORIOS.....	98
6.1.3.	UBICACIÓN.....	99
6.2.	ELEMENTOS DEL RESERVORIO.....	100
6.2.1.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	100
6.2.2.	CAMARA DE VÁLVULAS.....	100
6.2.3.	TUBERÍA DE ENTRADA.....	100
6.2.4.	TUBERÍA DE SALIDA.....	100
6.2.5.	TUBERÍA DE LIMPIA.....	100





6.2.6.	TUBERÍA DE REBOSE.....	100
6.2.7.	BY-PASS.....	100
6.3.	DISEÑO DEL RESERVORIO.....	101

## CAPITULO VII

### RED DE DISTRIBUCIÓN

7.1.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	104
7.1.1.	CAUDAL DE DISEÑO.....	104
7.1.2.	CARGA ESTÁTICA Y DINÁMICA.....	107
7.1.3.	DIÁMETROS.....	107
7.2.	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	108
7.3.	CAMARA ROMPE PRESIÓN.....	139
7.4.	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	139

## CAPITULO VIII

### OPCIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEAM DE SANEAMIENTO

8.1.	FACTORES DE SELECCIÓN.....	140
8.1.1.	CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA.....	140
8.1.2.	UBICACIÓN RESPECTO A LA FUENTE DE AGUA.....	141
8.1.3.	DEL TERRENO A USAR.....	141
8.2.	OPCIONES TÉCNICAS EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO.....	141
8.2.1.	UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO CON ARRASTRE HIDRAULICO.....	142
8.2.2.	UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO ECOLÓGICA O COMPOSTERA.....	145
8.2.3.	UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO CON COMPOSTAJE CONTINUO.....	148
8.2.4.	UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO DE HOYO SECO VENTILADO....	150
8.2.5.	RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL.....	152
8.2.6.	RED DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL.....	154
8.2.7.	SELECCIÓN DEL SISTEMA.....	156

## CAPITULO IX

### DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

9.1.	DISEÑO DE LA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO.....	157
9.1.1.	GENERALIDADES.....	157
9.1.2.	REQUISITOS PREVIOS.....	157
9.1.3.	DISEÑO DE LA LETRINA.....	157
9.1.4.	CASETA.....	158
9.1.5.	APARATO SANITARIO.....	159
9.1.6.	CONDUCTO.....	159
9.1.7.	CAJA REPARTIDOR.....	159
9.1.8.	BIODIGESTOR PREFABRICADO.....	160
9.1.9.	DISEÑO DEL ÁREA DE PERCOLACIÓN.....	163

## CAPITULO X

### EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

10.1.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	169
10.1.1.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE ETAPA DE CONSTRUCCIÓN...	169
10.1.2.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE ETAPA OPERATIVA.....	171
10.1.3.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	172
10.1.4.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO.....	173

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



**BIBLIOGRAFIA**

**PLANOS DEL PROYECTO**



## **LISTADO DE FIGURAS**

- Figura 1.1. Ubicación geográfica del Proyecto
- Figura 1.2. vías de acceso del distrito de Suyo
- Figura 1.3. Ganado caprino de la localidad de Chiqueros
- Figura 1.4. Mineros artesanales del distrito de Suyo
- Figura 1.5. Vivienda de adobe con cobertura de calamina y teja
- Figura 1.6. Vivienda de madera entramada con cobertura de calamina
- Figura 1.7. Teléfono publico satelital de la localidad de chiqueros
- Figura 2.1. Sistema de recolección del agua pluvial
- Figura 2.2. Sistema de paso del agua pluvial al tanque de almacenamiento
- Figura 2.3. Tanque de almacenamiento excavado en el terreno
- Figura 2.4. Fuente de captación para sistemas de uso de aguas superficiales
- Figura 2.5. Proceso de creación de las fuentes de agua subterránea
- Figura 2.6. Captación en manantial de ladera
- Figura 2.7. Captación en manantial de fondo
- Figura 2.8. Tipo de afloramiento en manantiales
- Figura 2.9. Esquema de pozo excavado
- Figura 2.10. Esquema de pozo perforado
- Figura 2.11. Localidad de Chiqueros
- Figura 2.12. Manantial el Higuerón
- Figura 2.13. Aforo de agua por el método volumétrico
- Figura 2.14. Aforo de agua por el método de velocidad-área
- Figura 2.15. Sistema por gravedad sin tratamiento
- Figura 2.16. Galería filtrante
- Figura 2.17. Sistema de gravedad con tratamiento

- Figura 2.18. Canal de derivación
- Figura 2.19. Toma lateral
- Figura 2.20. Toma de diques
- Figura 2.21. Drenes laterales
- Figura 2.22. Sistema por bombeo sin tratamiento
- Figura 2.23. Sistema por bombeo con tratamiento
- Figura 2.24. Tipo caisson-toma de agua superficial con orificios
- Figura 2.25. Tipo caisson-toma de agua subterránea
- Figura 2.26. Tipo caisson-toma de agua superficial con colectores
- Figura 2.27. Tipo bolsa flotante
- Figura 4.1. Flujo de agua en una pared gruesa
- Figura 4.2. Carga disponible y pérdida de carga
- Figura 4.3. Distribución de orificios en la pantalla de captación
- Figura 4.4. Altura total de la cámara húmeda
- Figura 4.5. Canastilla de Salida
- Figura 4.6. Esquema general de una captación tipo ladera
- Figura 5.1. Carga estática y dinámica de la línea de conducción
- Figura 5.2. Presiones máximas para diferentes clases de tuberías pvc
- Figura 5.3. Válvula de aire manual
- Figura 5.4. Válvula de purga manual
- Figura 5.5. Camara rompe presión
- Figura 5.6. Perfil con combinación de tuberías
- Figura 6.1. Reservorio elevado
- Figura 6.2. Reservorio apoyado
- Figura 6.3. Reservorio enterrado
- Figura 8.1.UBS-AH. Con tanque Séptico y pozo de percolación



Figura 8.2.UBS-AH. Con Biodigestor y pozo de percolación

Figura 8.3.UBS-C. Ecológica o compostera

Figura 8.4. UBS-HSV

Figura 8.5. Red de alcantarillado Convencional

Figura 8.6. Red de alcantarillado Condominial



# **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO SUYO, PROVINCIA AYABACA, REGIÓN PIURA.”**

*Erick Jarriczon Carhuapoma Lizano*

## **RESUMEN**

Los proyectos de saneamiento son de vital importancia en las localidades rurales ya que le brinda un gran impulso al desarrollo.

La presente tesis busca realizar un diseño de sistema de agua potable y eliminación de excretas optimo y que cumpla con los parámetros de diseño establecidos por las normas técnicas peruanas.

En el Capítulo I, “Antecedentes”, se presentan los datos generales de la localidad de Chiqueros, así como también los aspectos fundamentales en consideración. También se realizó una evaluación socioeconómica de área en estudio.

En el Capítulo II, “Opciones técnicas para el sistema de abastecimiento de agua potable” se consolidan las opciones técnicas de sistemas de abastecimiento de agua potable, los factores de selección, así como también se selecciona la opción que se empleó para el sistema de la localidad de chiqueros.

En el Capítulo III, “Parámetros de diseño” se realizó un análisis de los parámetros de diseño que intervienen el presente proyecto de Tesis, tales como el periodo de diseño, el análisis poblacional, la determinación de la dotación y el cálculo de los caudales de diseño.

En el Capítulo IV, “Captación” se analizó la selección de captación usada, y el cálculo de sus elementos que la conforman.

En el Capítulo V, “Línea de Conducción” veremos los criterios de diseño utilizados para el cálculo de la línea de conducción.

En el Capítulo VI, “Reservorio” se analizó las consideraciones básicas para la selección de tipo de almacenamiento a usar, para posteriormente determinar su dimensión junto a sus elementos que lo conforman.

En el Capítulo VII, “Red de distribución” Se analizó cada uno de los criterios técnicos que nos brinda la norma para proceder a hacer el diseño de esta, además se implementó



válvulas de purga, válvulas de aire y válvulas de distribución para garantizar una mayor eficiencia del sistema.

En el Capítulo VIII, “Opciones técnicas para el sistema de saneamiento” Se consolidan todas las opciones técnicas del sistema de saneamiento, los factores de selección, así como también se selecciona la opción a emplear en este proyecto.

En el Capítulo IX, “Diseño del sistema de saneamiento” Se analizó cada uno de los componentes de la unidad básica de saneamiento, el diseño del biodigestor y el pozo de percolación tomando en consideración la norma IS020 “Tanques sépticos” del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el Capítulo XI, “Evaluación de impacto ambiental” se identificó los impactos ambientales, así como también se analizaron los impactos que generaría su construcción y funcionamiento. Se realizó un análisis de las medidas de mitigación, control, identificación y evaluación de vulnerabilidad del sistema de agua potable y eliminación de excretas.





# **" DESIGN OF THE DRINKING WATER SYSTEM AND ELIMINATION OF EXCRETS IN THE SECTOR CHIQUEROS, SUYO DISTRICT, PROVINCE AYABACA, PIURA REGION."**

*Erick Jarriczon Carhuapoma Lizano*

## **ABSTRACT**

Sanitation projects are of vital importance in rural localities as it gives a great boost to development.

This thesis seeks to design a drinking water system and optimal excreta disposal that meets the design parameters established by Peruvian technical standards.

In Chapter I, "Antecedents", the general data of the town of Chiqueros is presented, as well as the fundamental aspects that will be taken into consideration. A socioeconomic evaluation of the area under study is also made.

Chapter II, "Technical options for the potable water supply system" consolidates the technical options of drinking water supply systems, the selection factors, as well as the options that will be used for the drinking water system. chiqueros locality.

In Chapter III, "Design Parameters" an analysis of the design parameters that will intervene in the present Thesis project, such as the design period, the population analysis, the determination of the endowment and the calculation of the flows, will be carried out. of design.

In Chapter IV, "Catchment", the selection of used collection will be analyzed, for the subsequent calculation of its constituent elements.

In Chapter V, "Line of Driving" we will see the design criteria that will be used for the driving lines, as well as the design of the driving line itself.

In Chapter VI, "Reservorio", the basic considerations for selecting the type of storage to be used will be analyzed, in order to later determine its dimension together with its elements that make it up.

In Chapter VII, "Distribution Network" we will analyze each one of the technical criteria that the standard gives us and we will proceed to the design of this, in addition



purge valves, air valves and distribution valves will be implemented to guarantee a greater efficiency of the system.

Chapter VIII, "Technical options for the sanitation system" consolidates all the technical options of the sanitation system, the selection factors, as well as the option to be used in this project.

In Chapter IX, "Design of the sanitation system" will be analyzed each of the components of the basic sanitation unit, the design of the biodigester and the percolation well taking into consideration the IS020 "Septic Tanks" of the National Building Regulations.

In Chapter XI, "Environmental impact assessment", environmental impacts are identified, as well as the impacts that would be generated by its construction and operation. An analysis of the mitigation, control, identification and vulnerability assessment measures of the drinking water system and excreta disposal will be made.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

---

### 1.1.INTRODUCCIÓN.

La cobertura de agua potable en los departamentos del Perú es insuficiente, siendo las más perjudicadas las poblaciones del ámbito rural ya que según el INEI, la cobertura para agua potable y saneamiento en el ámbito rural es de 38.8% y 21.3 % respectivamente<sup>1</sup>; y por otro las pérdidas de agua potable en los sistemas de distribución son muy elevadas, denominada agua no contabilizada y se define como la diferencia entre el agua potable producida (medida por Macromedición) y la suma del agua entregada a los usuarios (medida por Micromedición) más la utilizada en el proceso de potabilización. En el Perú la problemática presenta tres aristas diferentes. 1) Parte de la ciudadanía no tiene acceso al agua potable. 2) Otra parte de la población recibe una mala prestación del servicio de agua potable. 3) Y finalmente observamos la existencia de un tercer sector, el de mayores recursos socioeconómicos donde el derroche de agua potable es frecuente. Las autoridades gubernamentales orientan los recursos hacia la mejora de la cobertura de agua potable y pocas son las políticas destinadas a minimizar el agua no contabilizada en los sistemas de distribución o el derroche de agua potable.<sup>2</sup>

El presente proyecto de tesis plantea criterios para el diseño sustentable de redes de distribución de agua potable. La metodología propuesta permite diseñar sistemas de distribución que cuenten con una fuente segura y sustentable, además minimizar los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto y ser técnicamente viable.

Se empleará un sistema de agua potable por gravedad; y dadas la presencia de agua de manantial emplearemos una captación de ladera, la fuente cuenta con una capacidad de 0.63 lt/seg en épocas de estiaje; la línea de conducción será diseñada considerando la ecuación de Hazen y Williams cuyo diámetro será de 1.5 pulg, el reservorio considerado será de 7 m<sup>3</sup>, la red de distribución será diseñada por el método de simultaneidad obteniendo diámetros en los ramales principales, y secundarios de 1.5, 1 y 3/4 de pulg respectivamente, además será considerada una cámara rompe presión tipo 7 por las condiciones topográficas, complementario a ello el sistema contará con la instalación de válvulas de purga tanto dentro del tramo como al culminar un ramal (puntos muertos) y válvulas de aire.

En cuanto al sistema de eliminación de excretas se empleará un sistema de letrinas de arrastre hidráulico dadas las condiciones de infiltración del terreno el cual permitirá que

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2010 (ENAPRES)

<sup>2</sup> Hidráulica Autores Varios-Instituto De la Construcción y Gerencia 3ra Edición-Abril del 2015.

no se contaminen las aguas superficiales y subterráneas, dado que las excretas no están expuestas directamente al ambiente y hay una mínima generación de olores, además dentro del diseño se emplearán biodigestores de 600 lt.

## 1.2.OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el cálculo y diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas, del caserío Chiqueros en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, región Piura, tomando como parámetros los establecidos en la normatividad de nuestro país y contribuir con ello al desarrollo de la localidad rural.

### 1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Abastecer con agua apta para el consumo humano a cada vivienda y instituciones del caserío Chiqueros, además de dotar de un sistema de eliminación de excretas por familia, en beneficio de la salud y del medio ambiente.

## 1.3.UBICACIÓN GEOGRÁFICA

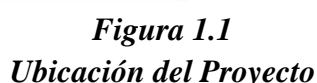
El distrito de Suyo se encuentra ubicado al Nor-Este de la capital departamental; Tiene una altitud de 399 m.s.n.m y una extensión territorial de 1,084.40 Km<sup>2</sup> lo que constituye el 20.73 % de la superficie territorial de la provincia de Ayabaca, de la cual forma parte, cuenta con el 3.21% de la superficie del departamento de Piura. Fue creado el 02 de enero de 1857.

El distrito topográficamente es el menos accidentado de la provincia de Ayabaca, su superficie, en su mayor parte es plana, la cadena de cerros de baja altura que van a morir en el Cerro El Ereó, pero destacan los siguientes: Chinchaque (1,346 m.s.n.m.); El Pato (1,147 m.s.n.m.); El Piedra de Tabla (1,296 m.s.n.m.); Pico de Loro (1,432 m.s.n.m.); El Toronche (1,018 m.s.n.m.); Palo Blanco (1,468 m.s.n.m.); La Monja (1,363 m.s.n.m.) y El Tarasillo (1,068 m.s.n.m.).<sup>3</sup>

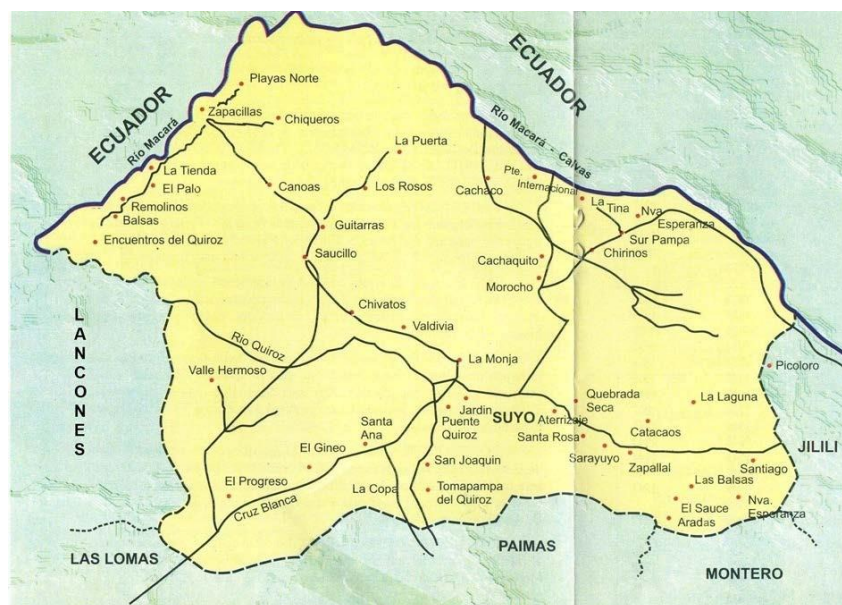
Sus Límites son: **Norte** (Con la ciudad de Macara-Ecuador), **Sur** (Con el distrito de Paimas), **Sur Este** (Con el distrito de Montero.), **Sur Oeste** (Con el distrito de las Lomas.), **Este** (Con el distrito de Jililí), **Oeste** (Con el distrito de Lancones-Sullana y Zapotillo-Ecuador).

---

<sup>3</sup> Plan de Desarrollo Concertado de la Municipalidad Distrital de Suyo-2012-2021.



## 17



**Figura 1.2**  
**Vías de acceso del distrito de Suyo**

## 1.5.EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El nivel de ingreso familiar Per-cápita del distrito de Suyo es de S/. 217.2 Nuevos soles mensuales, es decir que una familia tiene que abastecer su canasta familiar en un mes con este monto, el cual se encuentra muy por debajo del sueldo mínimo, por ello, está catalogado el distrito en situación de pobreza, el Índice de Desarrollo Humano es de 0.4964, la esperanza de vida al nacer es de 67.4 años; la tasa de alfabetismo está alrededor de los 85.3%; el nivel de escolaridad es de 82.5%.<sup>5</sup>

Una de las principales actividades económicas del distrito de Suyo es la agricultura, con una diferencia de producción entre las zonas bajas, medias y las altas sobre todo en el sector rural más lejano de la capital distrital. La producción tiene un predominio al minifundio (áreas agrícolas entre 0.25 a 3 hectáreas en promedio) y de monocultivo, con bajos rendimientos y con altos costos de producción, esta es combinada con la crianza de ganado menor y vacunos en pequeña escala.

El recurso hídrico en la zona es un poco limitado. La red hidrográfica del distrito de Suyo está constituida por el río Quiroz, siendo uno de sus afluentes por la margen derecha la quebrada de Suyo. En el sector La Tina, la fuente principal es el río Macará, la distribución de las aguas del río se efectúa bajo la modalidad de toma libre, lo cual conlleva a una mala distribución y utilización de este elemental recurso hídrico. En el sector Pampa larga en el cual se encuentra enmarcado nuestro proyecto a través de norias, pozos y manantiales.

<sup>5</sup> Plan de Desarrollo Concertado de la Municipalidad Distrital de Suyo-2012-2021.

### 1.5.1. FLORA Y FAUNA

- La conformación ecológica del ámbito ha sido un factor muy importante en el desarrollo de una rica y variada flora y fauna silvestre.
- Entre la flora típica de esta zona tenemos: En ceibo, overal, barbasco, guayacán, algarrobo, hualtaco, palo santo, pajul, mataperro, papelillo, faique, arabisca, piñón, coima, sábila, nogal, verbena, matico, sauco.
- En tanto a la fauna típica de la zona tenemos: El venado, el leoncillo, el armadillo, la ardilla, el pato silvestre, el loro o perico, la perdiz ceji-pálida, chachalaca, cotorra cabeza roja, la paloma, la iguana, el pacaso, el zorro. Dada la gran biodiversidad de flora y fauna presente en este espacio, se puede aprovechar como un medio de explotación turísticamente y de recursos de una forma controlada.

La actividad económica del caserío de Chiqueros es básicamente ganadera, siendo esta su principal fuente de ingresos económicos a nivel local. En cuanto a la agricultura, es inexistente en este lugar debido a la falta del agua necesaria para esta actividad, otra de las actividades a las que se dedican los pobladores de este caserío es a la minería artesanal o informal, presente con mayor influencia en sus caseríos vecinos de la comunidad campesina de Pampa Larga y otros sectores del distrito, a continuación, detallamos las características de esta actividad:

### 1.5.2. AGRICULTURA

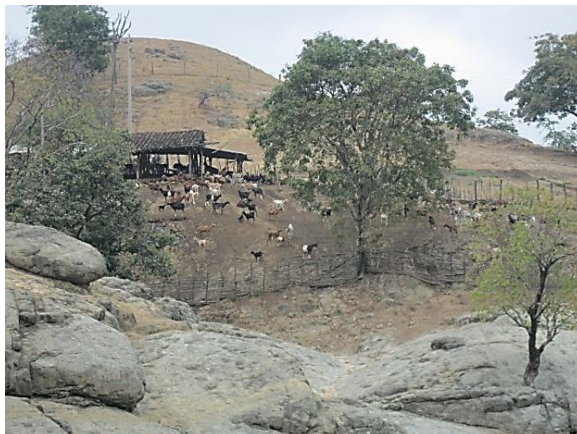
- Dentro de la clasificación de cultivos, el distrito de Suyo tiene 1,403.04 ha de cultivos transitorios (entre los principales encontramos al maíz amarillo duro, arroz, maní y plátano) y 117.35 ha en cultivos permanentes (donde existen vergel frutícola y algo de café). El 98% de los cultivos transitorios y permanentes se encuentran bajo riego. En el sector Pampa Larga se cultivan 3 ha de frutales y 3 de pan llevar.
- En este sector existen aproximadamente 5,700 ha no cultivadas entre las que se encuentra las tierras del caserío de nuestro proyecto (5,000 entre Chiqueros – Playas Norte – Zapacillas y 700 en La Monja)

### 1.5.3. GANADERÍA

- La población se dedica a la crianza de cabras, ovinos, mulas y asnos, son consideradas como la alcancía familiar, todas ellas se crían en forma extensiva y



hacen uso de las zonas comunales, bosques secos o pastizales que quedan posterior a las lluvias.



**Figura 1.3**  
*Ganado caprino de la localidad de Chiqueros.*

#### **1.5.4. MINERÍA ARTESANAL INFORMAL**

- Finalmente es necesario resaltar que desde hace tres años y debido al incremento sustantivo en el precio de los minerales, en Suyo se vive una fiebre de la minería artesanal, la cual está dando ocupación a una cantidad importante de población económicamente activa. Sin embargo, es necesario advertir que es una actividad informal y que además se está realizando fuera de todo parámetro tecnológico, lo que viene generando un grave daño ecológico al medioambiente. Existen algunos emprendimientos que están en proceso de formalización, pero aún falta muchísimo para poder establecer emprendimientos legales, económicamente rentables y ambientalmente sostenibles. Las zonas de mayor influencia son: Comunidad Campesina de Pampalarga y la zona de la Ex Cooperativa La Tina (Cachaco, Cachaquito, entre otras).



**Figura 1.4**  
*Mineros artesanales del distrito de suyo.*

Según los estudios realizados en el presente trabajo de tesis, en la actualidad la población residente es de 155 habitantes, con un número total de 26 viviendas.

La mayor parte de la población se dedica a la crianza de animales en pequeña escala y otro número sale en busca de trabajo espontaneo en los caseríos vecinos dedicados a la agricultura y minería artesanal.

La población del caserío cuenta con un salón comunal donde realizan sus actividades festivas y reuniones comunales, otro local de reunión es la capilla, donde se reúnen para compartir sus creencias religiosas.

### 1.5.5. EDUCACIÓN

- El caserío cuenta con el centro educativo N°15426 que alberga estudiantes en el nivel primario, con una población estudiantil de 26 niños entre los diferentes grados de estudio, siendo atendido por un solo docente que cumple las diversas funciones en el ámbito estudiantil y administrativo.
- Al no contar con el nivel secundario en el caserío, los estudiantes egresados buscan continuar sus estudios en el caserío Zapacillas donde si se cuenta con el nivel secundario, para llegar a este centro de estudio los estudiantes realizan una travesía de 60 minutos caminando desde el caserío chiqueros y el mismo tiempo de retorno al culminar su horario de clases.

### 1.5.6. INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDAS

- El material predominante para la construcción de las viviendas de la localidad es de muros de adobe, quinchá y madera entramada, con coberturas de calamina y teja, con pisos de terreno natural.



***Figura 1.5***  
***Vivienda de adobe con cobertura de calamina y teja.***



*Figura 1.6*

*Vivienda de madera entramada con cobertura de calamina.*

### 1.5.7. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

- No existe cobertura de telefonía móvil celular nacional, se cuenta solo con un teléfono público satelital alimentado con paneles solares para su funcionamiento.
- Se sintoniza los medios de comunicación radial en su mayor parte ecuatorianos por ser zonas cerca de la frontera.
- La señal televisiva es a través de la señal satelital, predominantemente con el servicio de la empresa claro.



*Figura 1.7*

*Teléfono público satelital de la localidad de Chiqueros.*

### 1.5.8. SERVICIO BÁSICOS

- Se cuenta con fluido eléctrico cubierto al 100% las 24 horas del día, lo que permite desarrollar el pequeño negocio de abarrotes de cierta pequeña parte de la población.

- El sistema de abastecimiento de agua estuvo dada por la extracción por bombeo manual de un pozo de agua y debido al mal mantenimiento en la actualidad ya no se cuenta con este sistema de extracción, obligando a la población a buscar el sustento de agua en pequeños riachuelos y afloraciones de agua ubicados generalmente a 35 minutos desde el punto más cercano de la localidad, siendo este un sustento principal para la creación de un sistema de abastecimiento de agua de buena calidad, con costo de mantenimiento económico y que evite que la población tenga que realizar grandes caminatas en busca de este sustento, contribuyendo a la mejora de las condiciones de vida de esta población específicamente.
- No se cuenta con un sistema de eliminación de excretas, los pobladores realizan sus necesidades en hoyos secos realizados por ellos mismos y sin ningún tipo de mantenimiento sanitario y en el peor de los casos muchos de ellos las realizan a campo abierto, generando con ello la gran probabilidad de generar enfermedades infecciosas que perjudique a la pequeña población del caserío.

#### **1.5.9. ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DE ESTUDIO**

- Área de influencia es donde se ubica la población que será beneficiada con el proyecto, o el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos del presente proyecto. El proyecto impactará a nivel local con la mejora de las calidades de vida de la población, siendo este un gran punto de partida para el desarrollo de esta localidad también tendrá en impacto a nivel de todo el país ya que una de las políticas de estado de este gobierno es el de abastecimiento con sistemas de agua y saneamiento a todas las localidades rurales del país, contribuyendo con esto a la actual meta propuesta por el estado peruano.
- Área de estudio es donde se localizan los sistemas de saneamiento planteados. En este caso, su intervención será únicamente la localidad de chiqueros.



## CAPITULO II

# OPCIONES TÉCNICAS PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

---

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial para la selección de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

Es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población.<sup>6</sup>

Al tener el tipo de fuente ya definida, otro factor muy importante a considerar antes de la selección final del sistema a usar es la topografía del área en estudio, para determinar si mi sistema será por gravedad, bombeo o mixto; mencionadas ya las características para la selección de un sistema de agua potable, a continuación describiremos más a fondo cada una de ellas, para finalmente optar por la mejor opción a emplear en nuestro proyecto en estudio, siendo esta sustentable y económica.

### 2.1.TIPOS DE FUENTE

#### 2.1.1. AGUA DE LLUVIA

- Los sistemas de captación de agua de lluvia recogen agua desde el techo de una casa u otras áreas, con cunetas y bajantes (de madera, bambú, hierro galvanizado, PVC) que conducen a uno o más depósitos.
- El agua arrastra impurezas, por lo que es preciso filtrarla para hacerla potable.
- El sistema debe contar con un dispositivo para impedir que el agua de las primeras lluvias entre en el tanque, ya que esta agua contiene polvo, hojas e insectos. Se puede extraer el agua del tanque con una bomba de mano o con un sistema de distribución hacia un punto de agua.
- Se puede extraer el agua del tanque con una bomba de mano o con un sistema de distribución hacia un punto de agua.<sup>7</sup>
- En cuanto al cálculo del volumen de almacenamiento, si se dispone de datos pluviométricos, el método más adecuado consiste en realizar un estudio mensual de aportaciones y demandas para determinar el volumen necesario del tanque de

---

<sup>6</sup> Agua Potable para Poblaciones Rurales-Roger Agüero Pittman-Lima septiembre de 1997

<sup>7</sup> Abastecimiento de agua y Saneamiento-I. Salvador Villa, E. Realp Campalans, LL. Basteiro Bartolí, S. Oliete Josa, A. Pérez Foguet-Primera Edición 2005

almacenamiento. Si no existen datos pluviométricos mensuales fiables, se puede determinar el volumen del tanque suponiendo que el tanque estará lleno al principio de la estación seca, y que sólo cumplirá las necesidades de la estación seca.

- Dados los factores favorables podemos usar el terreno como un medio de almacenamiento, en aquellas situaciones por ejemplo en las que se cuente con un afloramiento rocoso como área de captación, esto garantiza un coeficiente de escorrentía elevado, en efecto, si se restringe el acceso de la cuenca de captación a los animales y niños, la captación protegida puede recoger agua de alta calidad, siempre que las superficies sean limpiadas antes del almacenamiento. La zona de captación debe estar vallada para prevenir la contaminación por excrementos de animales.



***Figura 2.1***  
***Sistema de recolección del agua de pluvial.***



***Figura 2.2***  
***Sistema de paso del agua pluvial al tanque de almacenamiento.***



*Figura 2.3*

*Tanque de almacenamiento excavado en el terreno*

### 2.1.2. AGUAS SUPERFICIALES

- Están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. Que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua.<sup>8</sup>
- El agua de esta fuente por lo general presenta contaminación elevada, principalmente en los parámetros de turbidez, metales pesados y bacteriológicos; y para ser utilizada, requiere de un tratamiento previo mediante sistemas de tratamiento con filtración lenta o rápida; y finalmente la desinfección.



*Figura 2.4*

*Fuente de captación para  
sistemas de uso de aguas  
superficiales.*

---

<sup>8</sup> Agua Potable para Poblaciones Rurales-Roger Agüero Pittman-Lima septiembre de 1997



### 2.1.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS

- El agua del subsuelo es uno de los recursos naturales más valiosos de la tierra, el agua que se almacena en los poros, hendidura y abertura del material rocoso del subsuelo se le conoce como agua subterránea. La palabra acuífero se utiliza para describir una formación subterránea que es capaz de almacenar y transmitir agua. La calidad y la cantidad del agua varía de un acuífero a otro y en ocasiones cambia dentro del mismo sistema. Algunos acuíferos producen millones de litros de agua al día y mantienen su nivel, mientras que otros solo producen pequeñas cantidades. En ciertas áreas es posible que los pozos se hagan perforando a cientos de metros para llegar al agua utilizable, mientras que en otros, estos se encuentran a solo unos cuantos metros. Un sitio puede concentrar varios acuíferos ubicados a distintas profundidades, mientras que otro puede contener poco o nada de agua. La edad del agua subterránea varía de un acuífero a otro, por ejemplo un acuífero superficial no confinado podría contener agua de hace solo unos cuantos días, semanas o meses; en tanto que un acuífero profundo, cubierto por una o más capas impermeables, podría contener agua con cientos e incluso miles de años de antigüedad. La velocidad de desplazamiento subterránea varía de acuerdo con el material rocoso de la formación a través de la que se mueve, cuando el agua se infiltra hacia el manto freático, se transforma en agua subterránea y comienza a moverse lentamente en gradiente hacia abajo. El movimiento del agua corresponde a las Diferencias en los niveles de energía. Las energías que hacen que el agua subterránea fluya se expresan como Energía Gravitacional y Presión energética.<sup>9</sup>



**Figura 2.5**  
***Proceso de creación de las fuentes de agua subterránea.***

<sup>9</sup> Abastecimiento de Agua- Pedro Rodríguez Ruiz-Agosto del 2001

### A. MANANTIALES

Las principales condiciones que han de cumplir las obras de captación de manantiales son las siguientes:

- No alterar la cantidad y calidad del agua ni por disposiciones constructivas, ni por los materiales empleados. Utilizar materiales inertes que no se degraden y puedan producir obstrucciones a la vena líquida.
- Evitar la penetración de las aguas exteriores en el manantial, así como de cualquier organismo extraño. Impermeabilizar las cubiertas y recubrir los paramentos exteriores con una capa de 20 cm de grosor de asfalto, concreto o arcilla.
- Conservar las condiciones físicas del agua captada: temperatura, etc. Dispositivos de ventilación (rejillas por ejemplo) bien protegidos. Una capa de 0,5 m de tierra que proteja de los cambios de temperatura.
- Regular automáticamente el caudal a conducir. Disponer un aliviadero y llaves de paso para regular la cantidad de agua que se toma.
- Además de todas estas protecciones localizadas, debe establecerse lo que se denominan zonas de protección, en las que no se debe permitir el cultivo, la entrada de ganados ni las construcciones. Es difícil dar un número de aplicabilidad generalizada para estas zonas, pero como mínimo conviene señalar 100 m a partir de los manantiales o zanjas de captación.<sup>10</sup>

El detalle típico de la captación ha de amoldarse a la manera de aflorar el manantial. Según la tipología de manantiales podemos tener

#### a) Manantial de ladera

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera, la arqueta se coloca cortando la vena líquida, disponiendo un relleno de grava antes de los orificios de entrada a la cámara para producir una ligera filtración, muchas veces la vena líquida está sumamente extendida o de manera difusa por lo que hay que recurrir a concentrarla; para ello existen dos soluciones:

La primera consiste en la colocación de muros laterales que corten la capa impermeable, de forma que concentren el agua.

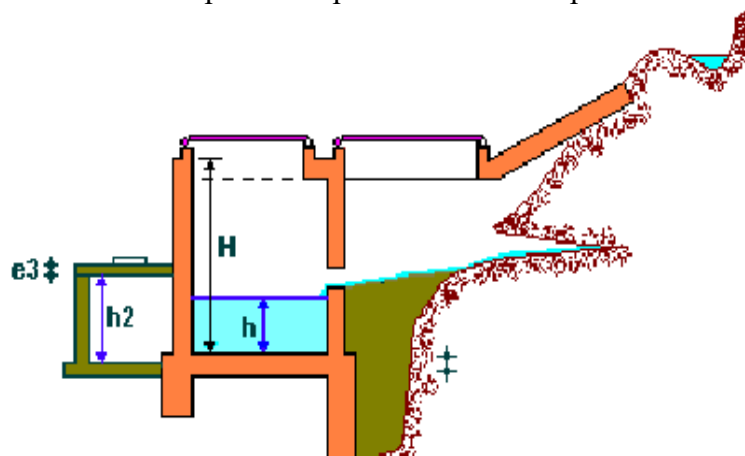
La segunda consiste en la construcción de zanjas de avenimiento en la prolongación de los muros, si la dispersión es muy grande.

---

<sup>10</sup> Abastecimiento de agua y Saneamiento-I. Salvador Villa, E. Realp Campalans, LL. Basteiro Bartolí, S. Oliete Josa, A. Pérez Foguet-Primera Edición 2005

Una vez se han concentrado las aguas, la captación constará de tres partes:

- Protección del afloramiento.
- Depósito: sirve para regular el agua que va a utilizarse.
- Cámara de acceso: sirve para manipular las llaves de paso.

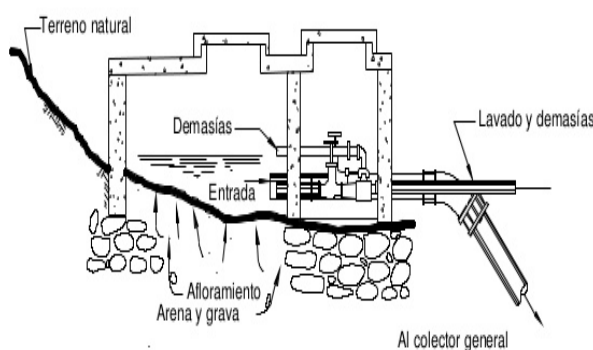


**Figura 2.6**  
*Captación en manantial de ladera*

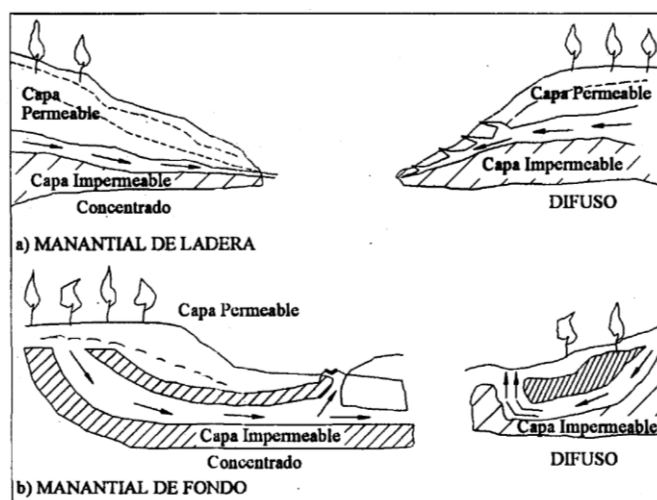
#### b) Manantial de fondo

Cuando la fuente de agua es un manantial de fondo o de emergencia, existen diversas soluciones:

- La construcción más sencilla consiste en un arca de concreto sin fondo sobre el lugar del afloramiento. Sobre ella se recomienda instalar una capa de tierra para mantener la temperatura. En la misma arca van los dispositivos de toma, desagüe y aliviadero.
- Más aconsejable es la construcción en la que se dispone una cámara de acceso, distinta de la de afloramiento de agua.



**Figura 2.7**  
*Captación en manantial de fondo.*



**Figura 2.8**  
*Tipos de afloramientos en manantiales*

## B. POZOS SUPERFICIALES Y PROFUNDOS

Los pozos empleados en la captación de aguas pueden clasificarse según:

- **Magnitud:** superficiales u ordinarios, con una profundidad relativamente pequeña, y profundos, con una profundidad importante y, por tanto, más difíciles de construir.
- **Entrada de agua:** permeables, con entrada de agua por los laterales, y de pie, con entrada de agua únicamente por el fondo.
- **Revestimiento:** de fábrica, metálicos y especiales, según el material del que estén recubiertas sus paredes interiores.

En función de las características del terreno atravesado, será necesario uno u otro tipo de revestimiento, así como fijar un valor para el diámetro del pozo

### a) Pozos superficiales

Los pozos superficiales o excavados consisten simplemente en la excavación de un agujero en el terreno hasta sobrepasar el nivel del agua.

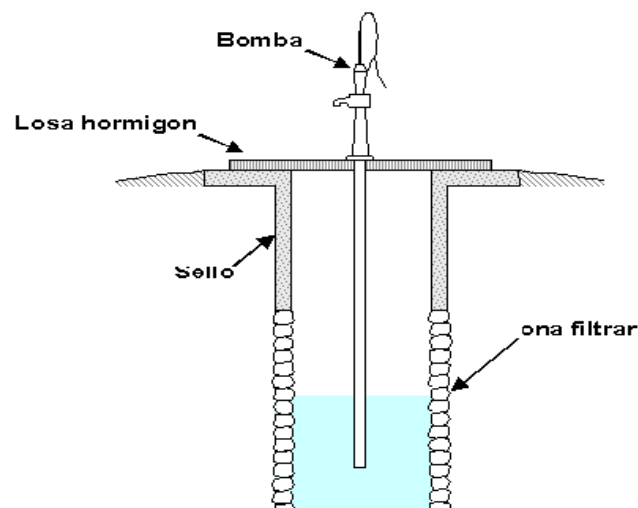
Pueden resultar bastante satisfactorios si las condiciones son buenas. Habitualmente, no se requieren equipos o aptitudes especiales para su construcción. Sin embargo, si se encuentra estrato duro, o se requiere un gran drenaje, se podrá precisar máquinas y aptitudes apropiadas.

Gracias a su diámetro ancho y volumen grande, los pozos excavados permiten a la vez extraer y almacenar agua subterránea.

El almacenamiento resulta muy importante, sobre todo cuando los usuarios sacan agua con caudales máximos durante algunas horas por la mañana y la tarde. También, en caso de que se estropee la bomba, los usuarios podrán seguir sacando agua mediante el registro.

Cada pozo excavado es distinto de los demás, pero en general todos ellos constan de los siguientes elementos:

- Revestimiento de mampostería, hormigón o ladrillos con orificios libres bajo el nivel freático para dejar entrar el agua.
- Sellado de arcilla o de hormigón en la parte superior para prevenir la contaminación.
- Filtro de grava para mejorar el caudal de agua entrante.
- Losa de hormigón superior con un registro, un orificio para el bombeo de manera que el agua sea drenada correctamente.



**Figura 2.9**  
**Esquema de pozo excavado.**

Para los requerimientos de diseño se deberán recoger datos hidrogeológicos sobre el área de estudio, por ejemplo:

- Mapas e informes geológicos.
- Mapas topográficos.
- Registro de pozos excavados y perforados.
- Reconocimiento geológico de la superficie.

- Documentos meteorológicos.
- Datos hidrológicos.

Habitualmente, sólo será necesario un estudio general que permita a un experimentado hidrogeólogo definir el lugar más adecuado para realizar la excavación. Este estudio deberá realizarse preferiblemente al fin de la estación seca.

Es importante tener en cuenta los conocimientos de la población local, hombres y mujeres, sobre la historia de las fuentes de agua, su calidad y su uso. También es necesario tener en cuenta el proceso constructivo para evitar problemas frecuentes como los mencionados a continuación:

- Hundimiento del pozo en el proceso de excavación. (deben usarse anillos de hormigón en cuanto se detecten problemas de inestabilidad).
- Hundimiento debido a un revestimiento incorrecto.
- Bajo caudal de agua debido a un revestimiento inadecuado.
- Entrada de partículas del suelo debida a un mal revestimiento.
- Contaminación del agua debido a una plataforma superior inadecuada, mal construida o mal mantenida.

Las limitaciones y restricciones de este tipo de fuente presentan uno de los principales problemas para su uso en poblaciones medianas a continuación mencionamos algunas:

- Sensibilidad alta a las variaciones del nivel freático.
- La situación de un pozo excavado no es flexible. Puede estar lejos de los usuarios o en un lugar de difícil acceso.
- Los pozos excavados no deberían ubicarse cerca de letrinas o ganado. La distancia habitualmente recomendada es 50 metros, aunque eso no garantiza que no haya contaminación.
- Largas colas (5 minutos/familia, recogiendo 4 bidones de 25 litros), lo que limita el número de beneficiarios. Se puede recomendar excavar más pozos

#### **b) Pozos profundos**

Los pozos perforados o profundos permiten alcanzar aguas subterráneas más profundas, se diferencian de los pozos excavados o superficiales por el pequeño diámetro, que oscila generalmente entre 0,10 m y 0,25 m para el entubado, lo que no posibilita que una persona entre para limpiarlo.

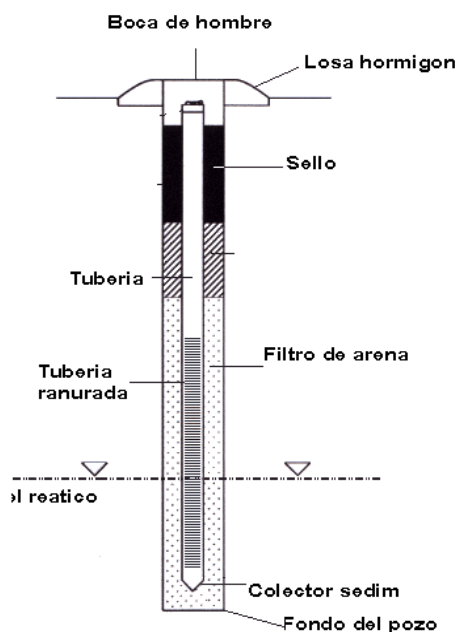
Se construyen esencialmente con maquinaria pesada, aunque a veces se pueden ejecutar con equipos manuales.

Uno de sus inconvenientes es que no tienen capacidad de almacenamiento. Por ello, muy a menudo se instala una bomba motorizada para bombear a lo largo del día y almacenar el agua en un depósito.

Cada pozo perforado o profundo es distinto de los demás, pero en general todos ellos constan de tres partes principales:

- Una losa de hormigón a nivel de superficie; cuenta con un conducto de salida de agua conforme al método de extracción. Esta losa cumple las siguientes funciones:
  - o Evita que el agua superficial se filtre por las paredes del pozo.
  - o Proporciona una fijación firme al terreno.
  - o Conduce las aguas residuales fuera del pozo hacia un canal de drenaje.
- En la zona entre la superficie y el nivel del agua, el revestimiento suele disponer de una tubería (por lo general de PVC y a veces de hierro galvanizado) para prevenir el hundimiento, sobre todo en formaciones no consolidadas. En formaciones consolidadas, puede que el revestimiento no sea necesario.
- Bajo el nivel freático, la tubería ranurada posibilita la entrada del agua subterránea en el pozo. Un filtro de grava alrededor de ésta favorece el movimiento del agua hacia los tubos ranurados y evita la entrada de materia no deseada al pozo. En formaciones consolidadas, puede que este filtro de grava no sea necesario.





**Figura 2.10**  
**Esquema de pozo perforado.**

Para los requerimientos de diseño generalmente, se requiere de un estudio hidrogeológico para garantizar la existencia de agua en estratos inferiores. Si las conclusiones del estudio revelan que el nivel freático es bajo, habrá que organizar sondeos geofísicos.

Los pozos perforados se pueden equipar tanto con bombas manuales como motorizadas, o incluso conectarlos a una red de distribución.

En caso de instalar una bomba manual, es importante recordar que debe diseñarse para que no pueda usarla el ganado.

Para construir estos pozos existen los siguientes métodos de perforación:

- **Barrenado o taladrado:** hincando barras helicoidales en el terreno a las que se hace girar.
- **Por percusión:** dejando caer dentro del hoyo barras pesadas que impactan en el terreno, machacándolo y hundiéndolo.
- **Por clavado:** incrustando en el terreno una punta porosa que se abandona y que será la futura toma de agua del pozo.
- **Por inyección:** en terrenos pocos cohesivos o sueltos, se puede inyectar en el fondo agua a presión, que saldrá por la boca del pozo arrastrando el material en suspensión. En la mayoría de los métodos de perforación se utiliza un

revestimiento metálico durante la operación. Éste tiene como objeto sostener las paredes.

Cuando la excavación se termina, se retira el revestimiento provisional y se introduce uno que sea poroso en aquellas capas del acuífero donde se pretenda la entrada de agua.

Método	Profundidad máxima (m)	Diámetro (cm)	Formación geológica	
			Adecuada	No adecuada
Manual	25-30 (excepcional 50)	120-200	Arcilla; limo; arena; grava; arenisca blanda; caliza fracturada	Roca ígnea
Perforación con trépano	25-35	10-40	Yeso; grava, arenisca blanda; caliza fracturada; formaciones aluviales	Roca ígnea
Perforación a percusión	300	10-60	Arcilla; limo; arena; grava; grava cementada; roca grande (en estratificación firme); arenisca; caliza; y roca ígnea	Ninguna
Rotación con circulación de fluido	250	10-60	Arcilla; limo; arena; grava; grava cementada; arenisca; caliza; y roca ígnea	Problemas con roca grande
Perforación con martillo de fondo	250	10-50	Particularmente adecuado para dolomita, basalto y rocas metamórficas	Arena suelta, grava, arcilla, limo, arenisca

Los problemas frecuentes presentados en este tipo de fuentes son generalmente de tipo constructivo y del uso de materiales inapropiados, a continuación detallamos algunos de ellos:

- Mala calidad del agua debido a la corrosión del revestimiento de hierro galvanizado.
- Hundimiento del revestimiento causado por la corrosión del revestimiento de hierro galvanizado.
- Caudal de agua limitado por un desarrollo inadecuado del pozo.
- Entrada de partículas en el pozo debido a filtros inapropiados o desarrollo inadecuado.
- Contaminación del agua motivada por una plataforma superior inadecuada, mal construida o mal mantenida.

Las limitaciones y restricciones de este tipo de fuente presentan un carácter económico principalmente ya su extracción por medio energético demandaría de un gran costo, el que no sería solventado por la población y si fuera por

extracción manual presentaría el mismo déficit de los superficiales, a continuación detallamos algunas de ellas:

- La situación de un pozo perforado no es flexible. Puede estar lejos de los usuarios o colocado en un lugar de difícil acceso.
- Los pozos perforados no deberían ubicarse cerca de letrinas o ganado. La distancia habitualmente recomendada es 50 metros, aunque eso no garantiza que no haya contaminación.
- La inversión necesaria para la construcción de un pozo profundo puede superar la capacidad de la comunidad.
- Puede ser muy difícil transportar la maquinaria pesada y los materiales necesarios hasta el sitio de perforación. Normalmente, la comunidad se encarga de mejorar el acceso.
- Si se instala una bomba de mano, el sistema llevará largas colas (5 minutos/hogar, recogiendo 4 bidones de 25 litros). Eso limita el número de beneficiarios. Se puede recomendar instalar una bomba motorizada para aumentar el número de éstos.<sup>11</sup>

	Pozo profundo	Pozo excavado
<b>Características</b>		
Diámetro	12,5 cm -25 cm	100 cm – 150 cm
Profundidad	40 m – 200 m	5 m – 50 m
<b>Servicio</b>		
Capacidad en horas punta	Baja: sin almacenamiento	Alta: almacenamiento
Calidad del agua	Buena	Cuestionable: posible contaminación
<b>Ejecución</b>		
Seguridad	Buena	Peligro de desmoronamiento
Limitación época	Ninguna	Nivel freático bajo
Aporte mano de obra local	Minima	Considerable
Equipo necesario	Sofisticado: maquinaria pesada	Sencillo: pala, cuerdas, etc

#### 2.1.4. SELECCIÓN DEL TIPO DE FUENTE

- La fuente de agua predominante en la zona, es de agua subterránea la que a su vez serian aprovechadas con la excavación e pozos y/o el aprovechamiento de las afloraciones de agua(manantiales), la primera opción sería posible realizarla con la extracción a través de bombeo, lo cual implicaría un costo no sustentable

<sup>11</sup> Abastecimiento de agua y Saneamiento-I. Salvador Villa, E. Realp Campalans, LL. Basteiro Bartolí, S. Oliete Josa, A. Pérez Foguet-Primera Edición 2005

para la operatividad y mantenimiento ya que los costos de electricidad por bombeo serian elevados no pudiendo ser solventados por la localidad ya que sus ingresos económicos no lo permiten; es por ello que recurrimos a la segunda opción presente en la zona que son los manantiales, encontrando afloraciones de agua en una cota superior a la población por lo cual solo sería necesario su análisis de cantidad y calidad de la fuente de agua, lo cual se detalla en el capítulo siguiente.



***Figura 2.11-  
Localidad de Chiqueros***



***Figura 2.12  
Manantial “El Higuerón”***

## **2.2.EVALUACIÓN DE LA FUENTE**

### **2.2.1. ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE AGUA.**

- Roger Agüero Pittman establece varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en

zonas rurales, son el volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 l/s y el segundo para caudales mayores a 10 l/s. los tipos de agua que existen son:

### A. MÉTODO VOLUMÉTRICO

Para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una comente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro. Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s)

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde

Q=Caudal en l/s.

V =Volumen del recipiente en litros.

t =Tiempo promedio en seg.

Con la finalidad de definir el tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.

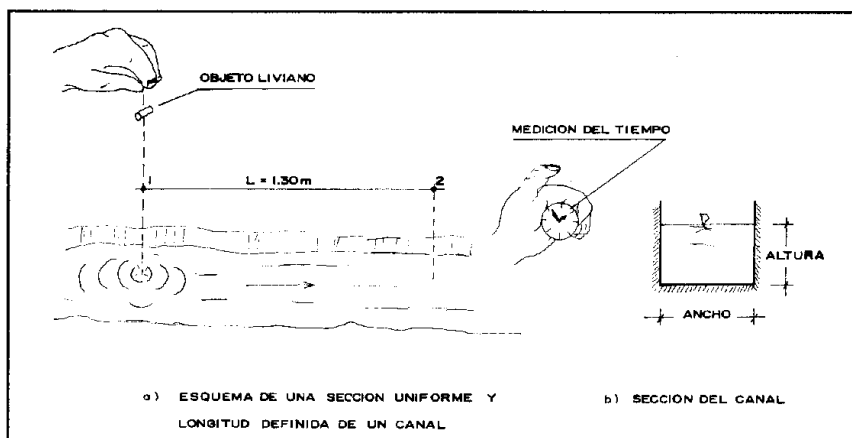


**Figura 2.13**  
*Aforo del agua por el método volumétrico*

### B. METODO DE VELOCIDAD-AREA

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre del manantial tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme, habiéndose previamente definido la

distancia entre ambos puntos. Cuando la profundidad del agua es menor a 1 m., la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial.<sup>12</sup>



**Figura 2.14**  
**Aforo de agua por el método de velocidad-área**

El caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q = 800 \times V \times A$$

Dónde:

Q = Caudal en l/s

V = Velocidad superficial en m/s

A = Área de sección transversal en m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la cantidad de agua en la fuente se aplicó el método volumétrico, que establece Roger Agüero Pittman obteniendo los siguientes resultados

## CÁLCULO DE AFORO DE MANANTIAL EL HIGUERÓN

### 1.0 DATOS GENERALES

2.1 TIPO DE FUENTE	:	Manantial
2.2 VOLUMEN DEL RECIPIENTE	:	4 Lts
2.3 FECHA	:	29 de agosto del 2016

### 2.0 FORMULA UTILIZADA

<sup>12</sup> Agua Potable para Poblaciones Rurales-Roger Agüero Pittman-Lima septiembre de 1997



$$Q = V/t$$

Donde:                      Q =      Caudal en Lts/Seg  
                                 V =      Volumen del Recipiente en Litros  
                                 t =      Tiempo en segundos

### 3.0 DATOS OBTENIDOS

N° de Muestra	Volumen (lts)	Tiempo (seg)
1	4	6.4
2	4	6.5
3	4	6.2
4	4	6.4
5	4	6.2
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>31.7</b>

Fuente:  
Aforo de  
Manantial

**El tiempo promedio (t)=31.7/5=6.34s**

**RESULTADO UN CAUDAL (Q) = 0.63 Lts/seg**

#### 2.2.2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA.

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

El Reglamento de Calidad de agua para consumo humano nos dice que toda agua destinada para el consumo humano debe estar exenta de:

- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli.
- Virus.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos.
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

En los siguientes cuadros, se muestran los límites máximos permisibles de parámetros establecidos por el Reglamento de calidad para consumo humano del ministerio de salud.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Reglamento de calidad del agua para consumo humano-Ministerio de Salud-Lima febrero del 2011

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE  
CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrín	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

De los resultados podemos observar que según el reglamento de calidad de agua para consumo humano, dicha fuente cumple con los requisitos mínimos de conductividad, Ph, solidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, dureza total, nitratos, coliformes termotolerantes, coliformes totales, enterococos fecales,



Escherichia coli, formas parasitarias, salmonella, Vibrio cholerae, por tanto se puede considerar como una fuente de agua apta para el consumo humano, sin la necesidad de la creación de una planta de tratamiento previa a la distribución del agua, solo se planteará un sistema de cloración en el reservorio para su posterior distribución.

Para la obtención de la muestra se utilizó dos recipientes esterilizados de 600 mm cada uno, guantes esterilizados, un termo kst para mantener la muestra congelada hasta llegar al laboratorio para sus análisis; la extracción de la muestra se realizó considerando que esté libre de impurezas externas que puedan alterar los resultados de la muestra.

La fuente de agua(manantial) es denominada con el nombre de manantial “El Higuerón” cuyos datos analizados en el laboratorio arrojaron los siguientes datos:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



INFORME DE ENSAYO N° 320-2016

SOLICITANTE : ERICK JARRICZÓN CARHUAPOMA LIZANO  
DOMICILIO LEGAL : Piura  
PRODUCTO DECLARADO : AGUA DE MANANTIAL  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Captación de la Quebrada el Higuerón  
Proyecto: "Diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas en el sector Chiqueros, Distrito Suyu, Provincia Ayabaca, Región Piura".  
Realizado por el cliente  
MUESTREO :  
NORMA DE REFERENCIA : DS N° 002- 2008- MINAM, Anexo I, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua Categoría I: Poblacional y Recreacional Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable.  
ESTADO/CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Muestra líquida/ Temperatura de refrigeración  
CANTIDAD DE MUESTRA : 2muestras x 600 ml  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Botella de polipropileno con tapa rosca, sin etiquetado  
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE : Ninguna  
FECHA DE RECEPCIÓN : 29-08-2016  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 29-08-2016  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 05-09-2016

ENSAYOS	RESULTADO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
		A1	A2	A3
Conductividad (µmhos/cm)	620	1500	1600	--
pH (und.pH)	7.25	6.5 - 8.5	5.5 - 9	5.5 - 9
Sólidos disueltos totales (mg/L)	310.12	1000	1000	1500
Cloruros (mg/L)	17.23	250	250	250
Sulfatos (mg/L)	33.12	250	-	-
Dureza total (mg/L)	72.01	500	-	-
Nitratos (mg/LN)	<0.2	10	10	10
Coliformes termotolerantes 44.5°C (NMP/100ml)	0	0	2,000	20,000
Coliformes totales 35-37°C (NMP/100ml)	18	50	3,000	50,000
Enterococos fecales (NMP/100ml)	0	0	0	-
Escherichia coli (NMP/100ml)	0	0	0	-
Formas parasitarias (org./L)	0	0	0	-
Salmonella (Presencia/100ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Vibrio cholerae (Presencia/100ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

MÉTODO:  
Enterococos fecales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9230 B, 22nd Ed.  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.  
Coliformes termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 22nd Ed.  
Escherichia coli : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F-1, 22nd Ed.  
pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.  
Cloruros : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 CL B, 22nd Ed.  
Dureza total : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Ed.  
Magnesio : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 22nd Ed.  
Sólidos disueltos totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed.  
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed.

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 30 DÍAS.

Piura, 05 de septiembre del 2016



*[Firma]*  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
Ing. Fidel Gonzales Mechato  
C.I.P. N° 63458  
JEFE

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
labocontrolfip@unp.edu.pe  
atencioncliente.labocontrolfip@gmail.com

### 2.2.3. UBICACIÓN DE LA FUENTE

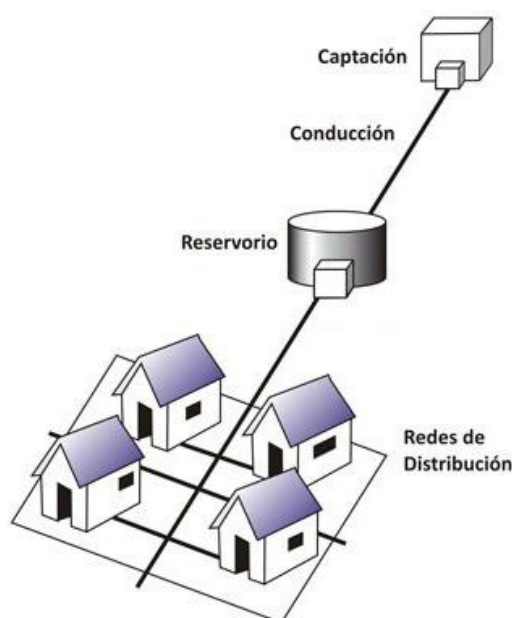
La captación de agua subterránea (manantial) denominado "El Higuerón", considerada para el proyecto de abastecimiento de agua potable del caserío chiqueros se ubica a 375.53 m.s.n.m en las coordenadas 9519541.00(norte) y 597500.00(este). Por lo cual tenemos la certeza que la captación se encuentra en

una cota superior a la del caserío y con las condiciones de salubridad y cantidad necesaria para su uso en el presente proyecto.

## 2.3.EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

### 2.3.1. SISTEMA POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

- En este tipo de sistema, la fuente está ubicada en una cota superior respecto a la ubicación de la población con lo cual se logra que el agua captada se transporte a través de tuberías, usando solo la fuerza de gravedad. Las fuentes de abastecimiento, pueden ser manantiales o galerías filtrantes. Por lo general, el agua proveniente de estas fuentes es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario, únicamente desinfección.



*Figura 2.15*

*Sistema por gravedad sin tratamiento*

#### A. COMPONENTES

Los principales componentes de un sistema por gravedad sin tratamiento son: su captación la cual necesariamente tiene que ser de fuente subterránea y de buena calidad, su línea de conducción, el reservorio, su línea de aducción y su red de distribución, a continuación, se describe cada uno de estos componentes para este tipo de sistema y su aplicabilidad.

##### a) Captación

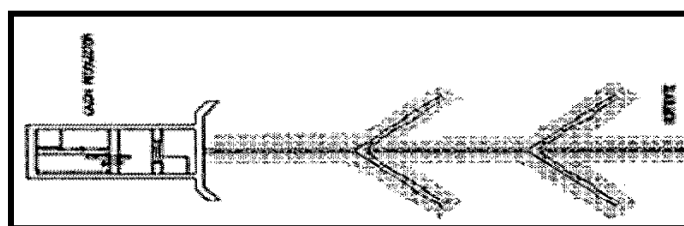
Existen tipos de captación de manantial que dependiendo de su ubicación, pueden ser de ladera o de fondo, dependiendo de su afloramiento, pueden ser concentrados y difusos.



La captación de manantial de ladera es donde el agua aflora horizontal y la captación de manantial de fondo donde el agua aflora verticalmente.

Se considera concentrada si el afloramiento es en un solo punto y difuso si el afloramiento es en varios puntos.

En tanto en las galerías filtrantes que es uno de los tipos de pozos superficiales en forma de zanjas, se captan agua en forma natural, funcionando como pozos horizontales, excavando zanjas en cuyo fondo se coloca un dren o se perfora un socavón al cual se le reviste interiormente, permitiendo que el agua se acumule a través de un dren, además se dispone en una cámara o pozo central desde donde es conducida para su posterior uso, La longitud del dren o galería depende de la cantidad de agua deseada y de la dimensiones del acuífero.



*Figura 2.16*  
*Galería filtrante*

#### **b) Línea de conducción**

Se denomina línea de conducción a la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de gravedad, desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio donde será almacenada para su posterior distribución.

Los principales componentes de la línea de conducción son los siguientes:

- . **Tuberías:** elemento principal y puede ser de PVC, HDPE (polietileno), fierro galvanizado entre otros.
- . **Accesorios:** utilizados para los cambios de dirección o para el control de flujo (Codos de 90°, 45°; 22.5, tees; reducción, válvulas de compuerta o de mariposa).
- . **Caja distribuidora de caudales:** es una caja con varios compartimientos, el principal es por donde ingresa la línea de conducción y los secundarios por donde se abastece a cada centro poblado rural o sector de servicio.
- . **Dispositivos:** según el recorrido que tenga la línea se requerirá de pases aéreos por ríos o quebradas y según el perfil la instalación de estructuras complementarias, tales como: Válvula de aire; Se colocan en los puntos altos de la línea, válvulas de purga se ubican en las partes bajas, Cámara rompe presión estructuras hidráulicas para reducir presión.

### c) Estructura de almacenamiento

Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día, mediante el almacenamiento antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma rectangular, cilíndrica y esférica; por lo general son contruidos sobre torres, columnas, pilotes entre otros.

Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo.

Los enterrados de forma rectangular y circular, son contruidos debajo de la superficie del suelo (Cisternas).

Los componentes de un reservorio son principalmente los siguientes:

- . **Tanque de almacenamiento:** Estructura de forma cuadrada o circular, de capacidad variable, se complementa con una tapa y escalera, que permite ingresar al interior para realizar la limpieza de este, además cuenta con una tubería de ventilación en la parte superior. El material podrá ser de concreto armado, también existen en el mercado reservorios prefabricados de HDPE u otro material, fáciles de instalar.
- . **Cámara de válvulas:** Se ubican al lado del tanque y cuenta con tubería de ingreso, de salida, un bypass, tubería de desagüe, tubería de rebose. Las tuberías de entrada, salida y desagüe cuentan con válvulas de compuerta para su correcto funcionamiento.

### d) línea de aducción y red de distribución

Es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten al usuario obtener agua lo más cerca posible a su vivienda o dentro de ella, en forma continua, con una presión adecuada y en la cantidad suficiente.

Los principales componentes de la línea de aducción y la red de distribución es la siguiente:

- . **Tuberías:** Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC HDPE (Polietileno), fierro galvanizado, entre otros.
- . **Válvula de compuerta:** Usada para regular el flujo en las tuberías.
- . **Válvulas de purga:** Utilizada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red
- . **Válvula de aire:** Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.

- . **Válvula reductora de presión:** Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.
- . **Cámara rompe presión:** Estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión en la línea de aducción y o red de distribución.

#### e) Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la red de distribución de agua potable y la caja de registro.

Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua potable, llave de paso y tubería de alimentación.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bajo costo de Inversión, operación y mantenimiento.</li><li>• No requiere operadores especializados.</li><li>• Bajo o nula contaminación.</li><li>• No requiere energía adicional.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La disminución del rendimiento de la fuente puede generar el racionamiento o discontinuidad del servicio.</li></ul>

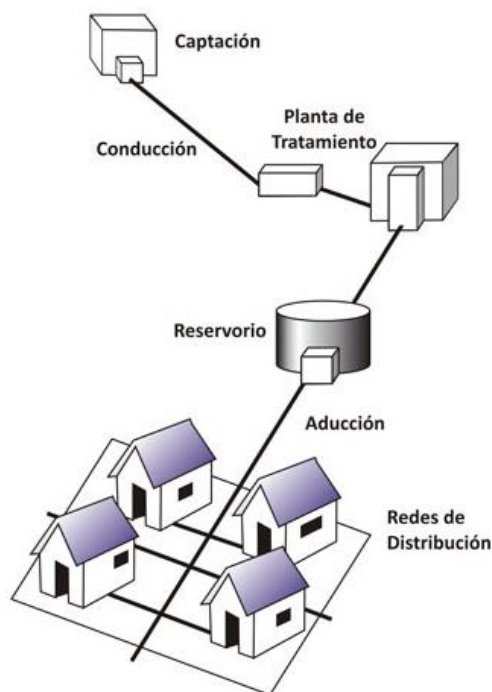
#### f) Aplicabilidad

De usual aplicación en la sierra por la alta prevalencia de manantiales y por su ubicación que facilitan el abastecimiento por gravedad.

De aplicación a poblaciones de mediano y bajo consumo de agua.

### 2.3.2. SISTEMA POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO

- Cuando las fuentes de abastecimiento provienen de aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, entre otros, requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución y consumo. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento”. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química, microbiológicas y parasitológicas del agua cruda. Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas de gravedad sin tratamiento y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua. Al instalar los sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para la operación y mantenimiento garantizando el resultado esperado.



**Figura 2.17**  
**Sistema de gravedad con tratamiento**

## A. COMPONENTES

### a) Captación

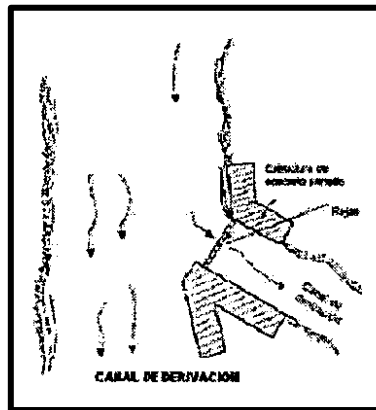
La captación es de una fuente de agua superficial, consiste en una estructura colocada directamente en la fuente, a fin de captar el caudal deseado. Pueden ser de 4 tipos:

- Canal de derivación.
- Toma lateral.
- Toma de un dique.
- Drenes laterales.

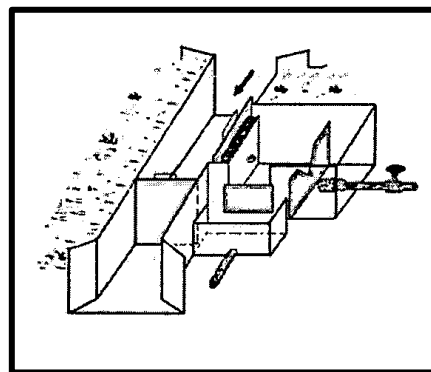
Para los cuatro tipos de captación de agua superficial se tienen los siguientes componentes:

**Bocatoma:** Sera a través de tuberías o canales, y deberán ser protegidas contra la acción del agua

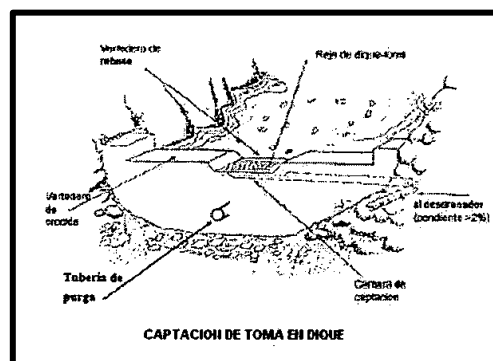
**Rejas:** sirven para la retención de sólidos flotantes, las barras que constituyen las rejas deben ser de material anticorrosivo.



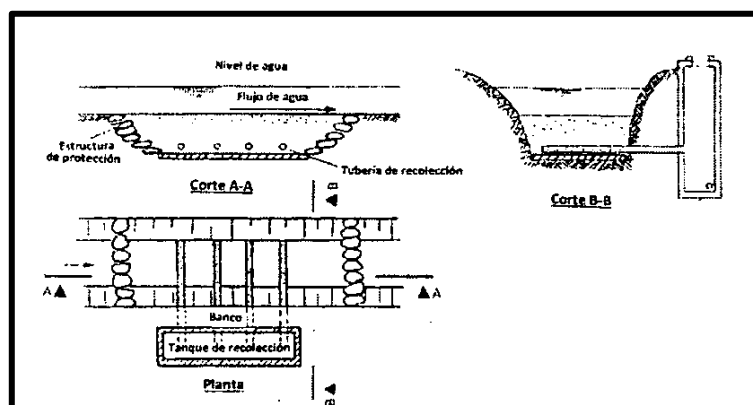
*Figura 2.18*  
*Canal de derivación*



*Figura 2.9*  
*Toma lateral*



*Figura 2.20*  
*Toma de diques*



**Figura 2.21**  
**Drenes laterales**

### b) Línea de conducción

Se denomina línea de conducción a la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de la gravedad, desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será almacenada para su posterior distribución.

Sus componentes son de forma similar a los sistemas con gravedad sin tratamiento:

- . **Tuberías:** Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC HDPE (Polietileno), fierro galvanizado, entre otros.
- . **Válvula de compuerta:** Usada para regular el flujo en las tuberías.
- . **Válvulas de purga:** Utilizada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red
- . **Válvula de aire:** Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.
- . **Válvula reductora de presión:** Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.
- . **Cámara rompe presión:** Estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión en la línea de aducción y o red de distribución.

### c) Planta de tratamiento

Conjunto de estructuras que sirven para someter el agua a diferentes procesos, con el fin de hacerla apta para el consumo humano

Para la eliminación de partículas por medios físicos, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- Desarenadores.
- Sedimentares.

- Pre filtro de grava.
- Filtro lento.

Para la eliminación de partículas mediante tratamiento fisicoquímico, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- Desarenadores.
- Mezcladores.
- Floculadores.
- Decantadores.
- Filtros rápidos.

Para contar con un agua apta para el consumo humano, es necesario que esta pase por dos fases importante:

**El pre tratamiento:** Su estructura principal es el desarenador, el cual tiene por objeto separar la arena y partículas en suspensión gruesa del cuerpo de agua, con el fin de evitar que se produzcan depósitos en las redes, proteger las bombas de abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de partículas superiores a 0.2 mm

**El tratamiento:** En esta fase el agua tiene que pasar por diferentes procesos antes de su distribución al reservorio, la primera de ellas es el Sedimentador unidad usada para separar por gravedad las partículas en suspensión superiores a 1  $\mu\text{m}$ .

Pre filtro de grava, esas unidades cuentan con varias cámaras llenas de piedras de decreciente, en las cuales se retiene la materia en suspensión de acuerdo a la dirección del flujo se pueden clasificar en vertical múltiple vertical de flujo ascendente y horizontal.

Filtros lentos, unidad por medio de la cual se realiza un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar un medio filtrante que generalmente es conformado por arena seleccionada. Durante este paso, la calidad del agua mejora considerablemente por reducción de los microorganismos, eliminación de material en suspensión y de materia coloidal.

Mezclador, unidad que permite la distribución uniforme y rápida del coagulante en el agua.

Floculador, con la adición previa del coagulante, en esa unidad se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua formando otras de mayor tamaño, facilitando de esta forma su posterior decantación.



Decantador, poseen una serie de placas inclinadas, con lo cual se consigue la máxima superficie de decantación. Las partículas floculadas caen en las láminas y por acción de la gravedad, se depositan en la parte inferior del decantador.

Filtros rápidos, la filtración es la operación final que se realiza en la planta de tratamiento de agua, sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina que no alcanzo a ser removida en los procesos anteriores

#### **d) Estructura de almacenamiento**

Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día, mediante el almacenamiento antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma rectangular, cilíndrica y esférica; por lo general son construidos sobre torres, columnas, pilotes entre otros.

Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.

Los enterrados de forma rectangular y circular, son construidos debajo de la superficie del suelo (Cisternas).

Los componentes de un reservorio son principalmente los siguientes:

- . **Tanque de almacenamiento:** Estructura de forma cuadrada o circular, de capacidad variable, se complementa con una tapa y escalera, que permite ingresar al interior para realizar la limpieza de este, además cuenta con una tubería de ventilación en la parte superior. El material podrá ser de concreto armado, también existen en el mercado reservorios prefabricados de HDPE u otro material, fáciles de instalar.
- . **Cámara de válvulas:** Se ubican al lado del tanque y cuenta con tubería de ingreso, de salida, un bypass, tubería de desagüe, tubería de rebose. Las tuberías de entrada, salida y desagüe cuentan con válvulas de compuerta para su correcto funcionamiento.

#### **e) línea de aducción y red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten al usuario obtener agua lo más cerca posible a su vivienda o dentro de ella, en forma continua, con una presión adecuada y en la cantidad suficiente.

Los principales componentes de la línea de aducción y la red de distribución es la siguiente:

- . **Tuberías:** Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC HDPE (Polietileno), fierro galvanizado, entre otros.
- . **Válvula de compuerta:** Usada para regular el flujo en las tuberías.
- . **Válvulas de purga:** Utilizada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red
- . **Válvula de aire:** Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.
- . **Válvula reductora de presión:** Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.
- . **Cámara rompe presión:** Estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión en la línea de aducción y o red de distribución.

#### f) Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la red de distribución de agua potable y la caja de registro.

Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua potable, llave de paso y tubería de alimentación.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Permite contar con una mayor cantidad de agua que los sistemas de GST</li><li>• No requiere energía adicional</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere personal técnico capacitado para operar y mantener la planta de tratamiento</li><li>• Existe el riesgo de conflicto con otros usuarios (agricultores) por el uso del agua superficial.</li><li>• Requiere de tratamiento y desinfección</li><li>• Mayor costo de operación y mantenimiento</li><li>• Cuotas familiares elevadas</li></ul>

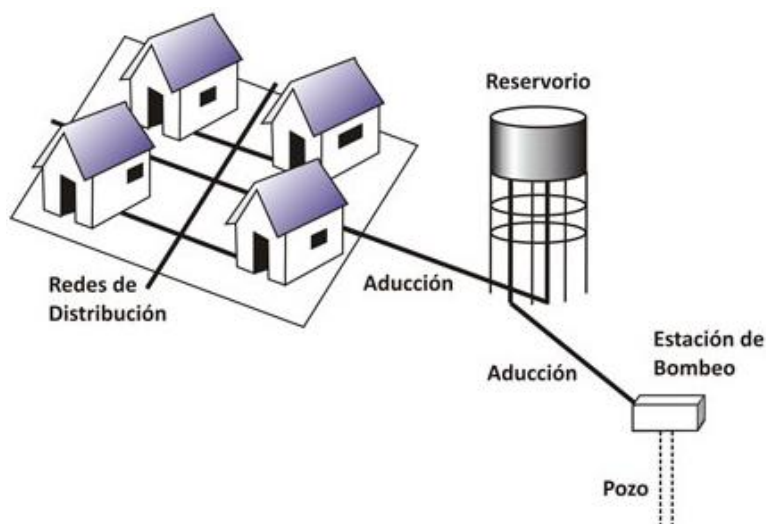
#### g) Aplicabilidad

De usual aplicación en la costa y selva por carencia de manantiales y por la mayor densidad poblacional

De aplicación a poblaciones de alto consumo de agua

### 2.3.3. SISTEMA POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

- En este tipo de sistemas la fuente de agua se encuentra en una cota inferior respecto a la ubicación de la población, por lo que necesariamente se requiere de un equipo de bombeo para elevar el agua hasta una estructura de almacenamiento. Generalmente la fuente de agua es de origen subterráneo.



*Figura 2.22*  
*Sistema por bombeo sin tratamiento*

#### A. COMPONENTES

##### a) Captación en pozo

El pozo puede ser de tipo excavado o perforado.

Pozo excavado, es usado principalmente en zonas rurales donde la extracción del agua es realizada mediante cubos o bombas manuales. Pueden ser contruidos mediante excavación manual por lo que el diámetro mínimo es aquel permite trabajar a un operario en su fondo. Conforme se avanza en su perforación se protege las paredes con anillos de concreto o mampostería a medida que se profundiza, Son siempre de gran diámetro y normalmente hasta 20 metros de profundidad

Pozo perforado o entubado, llamado también pozos tubulares, se construyen mediante equipos de perforación ya sea de percusión o rotatorios dependiendo de la formación geológica a perforar; su profundidad puede variar decenas a centenas de metros. Normalmente estos pozos están revestidos con tubos de acero o plástico que incluyen secciones filtro especial que facilitan la entrada de agua subterránea.

El agua se extrae utilizando bombas que pueden ser accionadas por motores eléctricos o a gasolina o por aire comprimido.

### **b) Estación de bombeo**

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a una estructura de almacenamiento.

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes

- Caseta de bombeo
- Cisterna de bombeo
- Equipo de bombeo
- Grupo generador de energía y fuerza motriz
- Tubería de succión
- Tubería de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Interruptores de máximo y mínimo nivel
- Tablero de protección y control eléctrico
- Sistema de ventilación, natural mediante equipos
- Área para el personal de operación
- Cerco de protección para la caseta de bombeo

### **c) Línea de Impulsión**

Se denomina línea de impulsión a la tubería que conduce el agua empleando energía externa por lo general eléctrica, para llevar el agua a un reservorio. Los componentes de la Línea de Impulsión son:

**Tuberías:** Es el elemento principal, actualmente la de mayor uso es la de PVC por su bajo costo y facilidad en la instalación, también se puede utilizar las de hierro fundido dúctil o acero en algunos tramos que se requiera.

**Accesorios:** Se utilizan para los cambios de dirección, estos pueden ser codos de 90, codo de 45, codos de 22.5, tees reducciones y para controlar el flujo, válvulas de compuerta o de mariposa.

**Dispositivos:** Dependiendo del trazo que tenga la línea será necesario instalar válvulas de aire y o válvulas de purga

### **d) Estructura de almacenamiento**

Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día, mediante el almacenamiento antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma rectangular, cilíndrica y esférica; por lo general son contruidos sobre torres, columnas, pilotes entre otros.

Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo.

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimientos de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio elevado, al aprovechar el sistema de bombeo los mismos que son generalmente de forma cuadrada o circular.

Los componentes de un reservorio elevado son principalmente los siguientes:

**La cuba:** Es una estructura de forma rectangular, esférica o cilíndrica, que sirve para almacenar el agua. Su capacidad puede ser variable, dependiendo de la cantidad de usuarios a los que está dirigido el servicio. Contará con un ducto de ventilación en la parte superior, que permite la circulación del aire.

**El fuste:** Servirá de apoyo para la cuba. La altura del fuste será variable y depende del diseño que se requiera. Podrá ser de concreto armado, ladrillos o materiales locales. El fuste presenta un ducto que conecta a la cuba y que sirven de apoyo para las tuberías de ingreso y salida. En su interior se encuentra una escalera que servirá para realizar el mantenimiento.

**Cámara de válvulas:** Es un ambiente físico donde se ubican todos los accesorios que son necesarios para el funcionamiento del reservorio. Se encuentra ubicado debajo de la cuba, pero al ras del terreno, contará con una tubería de ingreso, donde la boca de descarga se coloca en la parte alta de la cuba, un by-pass conecta la tubería de ingreso con la tubería de salida, una tubería de desagüe, destinada a efectuar la eliminación de tierras y arenas, una tubería de rebose, que sirve para evacuar el agua de excedente, tuberías de ingreso, salida y desagüe cuentan con válvulas de compuerta para su correcto funcionamiento.

#### **e) Línea de aducción y red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten al usuario obtener agua lo más cerca posible a su vivienda o dentro de ella, en forma continua, con una presión adecuada y en la cantidad suficiente.

Los principales componentes de la línea de aducción y la red de distribución es la siguiente:

- . **Tuberías:** Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC HDPE (Polietileno), fierro galvanizado, entre otros.
- . **Válvula de compuerta:** Usada para regular el flujo en las tuberías.
- . **Válvulas de purga:** Utilizada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red
- . **Válvula de aire:** Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.
- . **Válvula reductora de presión:** Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.
- . **Cámara rompe presión:** Estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión en la línea de aducción y o red de distribución.

#### f) Conexión domiciliaria

La conexión domiciliaria de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la red de distribución de agua potable y la caja de registro.

Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua potable, llave de paso y tubería de alimentación.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bajo costo de tratamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere de personal técnico especializado para operar y mantener el sistema de bombeo. Requiere mayor inversión para su construcción.</li><li>• Las cuotas familiares del servicio pueden ser mayores.</li><li>• Para este tipo de sistemas no es recomendable el uso de piletas públicas.</li></ul>

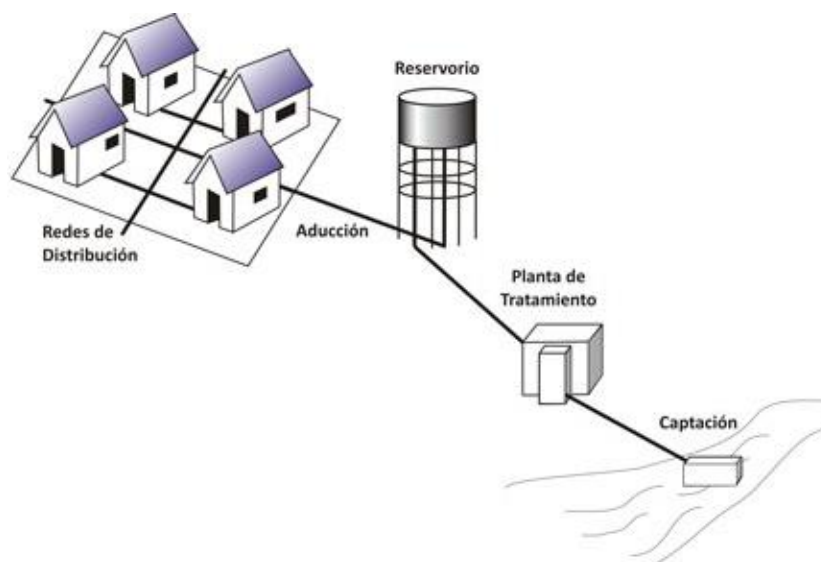
#### g) Aplicabilidad

De usual aplicación en la costa y selva por la presencia de fuentes subterráneas y mayor concentración poblacional

Orientado a la población con capacidad económica para el pago de la cuota familiar

#### 2.3.4. SISTEMA POR BOMBEO CON TRATAMIENTO

- Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren de una planta de tratamiento para adecuar las características del agua a las normas de calidad de agua para consumo humano, y un sistema de bombeo hará impulsar el agua hacia una estructura de almacenamiento.



**Figura 2.23**  
*Sistema por bombeo con tratamiento*

#### A. COMPONENTES

##### a) Captación

La estructura debe permitir utilizar el caudal de bombeo del sistema, calculado en función de la población de diseño.

Generalmente se encuentran los siguientes tipos:

**El tipo caisson:** Es un tipo de estructura que permite captar aguas superficiales como subterráneas, en tanto a las superficiales permite captar el agua a través de orificios para posteriormente ser bombeado a un lugar de tratamiento, los orificios deben permitir el paso del agua en cualquier época del año.

El agua subterránea puede captarse a través del material permeable ubicado en el fondo del Caisson, o a través de sus muros.

La profundidad del Caisson debe garantizar un tirante mínimo que permita su aprovechamiento en estaciones críticas.



La estructura del Caisson estará compuesta por:

- Corona de superficie
- Anillos tramos intermedios
- Material filtrante
- Cubierta
- Tuberías y ventanas colectoras
- Caseta de bombeo
- Equipamiento

**El tipo balsa flotante:** Estructura que cuenta con dispositivos que permiten su flotabilidad, sobre la superficie del agua, que posibilita tomar el agua a cierta profundidad mediante equipos de bombeo.

Se debe identificar en campo la zona exacta donde se ubicará la balsa flotante y las instalaciones complementarias. La ubicación de los anclajes y otras instalaciones en tierra firme, deberán ubicarse en una cota en la que no exista peligro de inundación ni de erosión. Este tipo de captación cuenta con las siguientes partes:

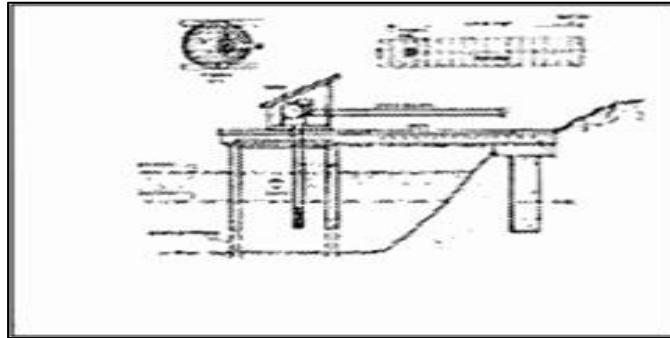
**Balsa**, es el soporte que permite realizar la succión del medio acuífero, puede estar compuesto por tablas de madera u otro material, que permita contar con una superficie lisa.

**Flotadores**, podrán estar constituidos por troncos cilíndricos metálicos capaces de soportar las cargas usuales.

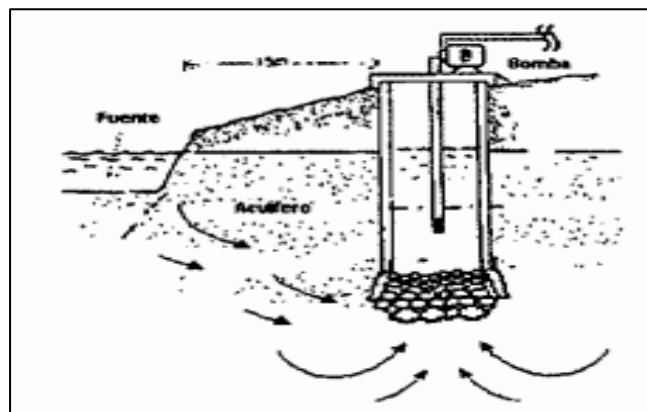
**Elementos de fijación**, son los elementos de soporte o de anclaje que permiten tener en fijación a la balsa y los flotadores, para ello es necesario excavar la profundidad necesaria para tener una base del anclaje consolidada.

**Equipos**, los equipos e instalaciones deben estar fijos a la balsa mediante dispositivos que faciliten maniobras de montaje y desmontaje.

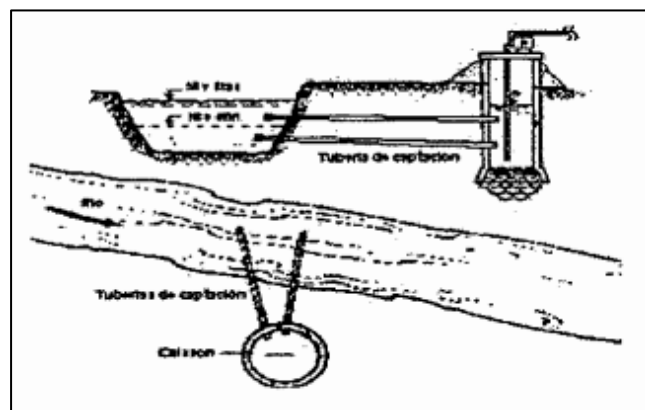
**Tubería de Succión**, será de acero galvanizado, con una válvula de pie y canastilla de succión del mismo material, debe estar sumergida a una profundidad mínima de 50 cm.



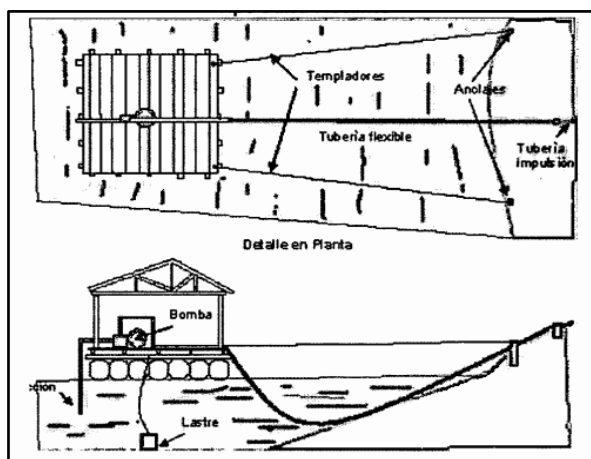
*Figura 2.24*  
*Tipo Caisson*  
*Toma agua superficial con orificios*



*Figura 2.25*  
*Tipo Caisson*  
*Toma agua subterránea*



*Figura 2.26*  
*Tipo Caisson*  
*Toma agua superficial con colectores*



*Figura 2.27*  
*Tipo balsa flotante*

### b) Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan hacia la planta de tratamiento.

Tipo Caisson, el equipo de bombeo se instalará sobre el Caisson. Las dimensiones estarán en función del tipo de equipamiento y los espacios mínimos requeridos para su operación y mantenimiento. Se debe elevar 1.00 m por encima del nivel de crecida de la fuente.

Tipo Balsa Flotante, el equipo de bombeo se instalará sobre la balsa que le permita impulsar el agua a niveles adecuados para su utilización.

### c) Línea de Impulsión

Tubería que conduce el agua empujando energía externa, por lo general eléctrica, para llevar el agua a un nivel superior.

Para la captación tipo Caisson, los componentes de la línea de impulsión son:

**Tuberías:** Es el elemento principal, actualmente la de mayor uso es la de PVC por su bajo costo y facilidad de instalación también se puede utilizar las de hierro fundido dúctil o acero en algunos tramos que se requiera.

**Accesorios:** Se utilizan para los cambios de dirección, estos pueden ser codos de 90° codo de 45° o codos de 22.5°, tees, reducciones y para controlar el flujo, válvulas de compuerta o de mariposa.

**Dispositivos:** Dependiendo del recorrido que tenga la línea se requerirá de cruces por ríos o quebradas y de acuerdo al perfil será necesario instalar válvulas de aire y válvulas de purga

Para la captación tipo balsa flotante, los componentes de la línea de impulsión son:

**Tuberías:** Es el elemento principal, actualmente la de mayor uso es la de PVC por su bajo costo y facilidad en la instalación, también se puede utilizar las de hierro fundido dúctil o acero en algunos tramos que se requiera.

**Accesorios:** Se utilizan para los cambios de dirección, estos pueden ser codos de 90° Codo de 45° o 22.5°, tees, reducciones y para controlar el flujo, válvulas de compuerta o de mariposa.

**Dispositivos:** Dependiendo del recorrido que tenga la línea se requerirá de cruces por ríos o quebradas y de acuerdo con el perfil será necesario instalar válvulas de aire y válvulas de purga.

#### **d) Planta de tratamiento**

Conjunto de estructuras que sirven para someter el agua a diferentes procesos, con el fin de hacerla apta para el consumo humano.

Para la eliminación de partículas por medios físicos, pueden emplearse todas o una de las siguientes unidades de tratamiento.

- Desarenadores.
- Sedimentadores.
- Pre filtros de grava.
- Filtros lentos.

Para la eliminación de partículas mediante tratamiento fisicoquímico, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento.

- Desarenadores.
- Mezcladores.
- Floculadores.
- Decantadores.
- Filtros rápidos.

Los procesos de pretratamiento y tratamiento son similares a los utilizados en los sistemas con gravedad con tratamiento

#### **e) Estructura de almacenamiento**

Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día, mediante el almacenamiento antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma rectangular, cilíndrica y esférica; por lo general son contruidos sobre torres, columnas, pilotes entre otros.

Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo.

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimientos de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio elevado, al aprovechar el sistema de bombeo los mismos que son generalmente de forma cuadrada o circular.

Los componentes de un reservorio elevado son principalmente los siguientes:

**La cuba:** Es una estructura de forma rectangular, esférica o cilíndrica, que sirve para almacenar el agua. Su capacidad puede ser variable, dependiendo de la cantidad de usuarios a los que está dirigido el servicio. Contará con un ducto de ventilación en la parte superior, que permite la circulación del aire.

**El fuste:** Servirá de apoyo para la cuba. La altura del fuste será variable y depende del diseño que se requiera. Podrá ser de concreto armado, ladrillos o materiales locales. El fuste presenta un ducto que conecta a la cuba y que sirven de apoyo para las tuberías de ingreso y salida. En su interior se encuentra una escalera que servirá para realizar el mantenimiento.

**Cámara de válvulas:** Es un ambiente físico donde se ubican todos los accesorios que son necesarios para el funcionamiento del reservorio. Se encuentra ubicado debajo de la cuba, pero al ras del terreno, contará con una tubería de ingreso, donde la boca de descarga se coloca en la parte alta de la cuba, un by-pass conecta la tubería de ingreso con la tubería de salida, una tubería de desagüe, destinada a efectuar la eliminación de tierras y arenas, una tubería de rebose, que sirve para evacuar el agua de excedente, tuberías de ingreso, salida y desagüe cuentan con válvulas de compuerta para su correcto funcionamiento.

#### **f) Línea de aducción y red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten al usuario obtener agua lo más cerca posible a su vivienda o dentro de ella, en forma continua, con una presión adecuada y en la cantidad suficiente.

Los principales componentes de la línea de aducción y la red de distribución es la siguiente:

- **Tuberías:** Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC HDPE (Polietileno), fierro galvanizado, entre otros.

- . **Válvula de compuerta:** Usada para regular el flujo en las tuberías.
- . **Válvulas de purga:** Utilizada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red
- . **Válvula de aire:** Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.
- . **Válvula reductora de presión:** Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.
- . **Cámara rompe presión:** Estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión en la línea de aducción y o red de distribución.

#### g) Conexión domiciliaria

La conexión domiciliaria de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la red de distribución de agua potable y la caja de registro.

Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua potable, llave de paso y tubería de alimentación.

Se deberá evaluar la posibilidad de instalar micro medición.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor cantidad de agua como recurso hídrico que los sistemas de BST.</li><li>• Permite que una fuente pueda abastecer a todo centro poblado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere de personal técnico, altamente especializado para operar y mantener la planta de tratamiento y sistema de bombeo.</li><li>• Requiere altos montos de inversión, operación y mantenimiento, a comparación de los sistemas de bombeo sin tratamiento.</li><li>• La cuota familiar es más alta en comparación con los diferentes sistemas de abastecimiento de agua.</li><li>• Para este tipo de sistemas, no es recomendable el uso de piletas públicas.</li></ul>

#### h) Aplicabilidad

De usual aplicación en la costa y selva, debido a la ubicación topográfica de la fuente respecto a la localidad y en donde se tiene mayor concentración poblacional.

Orientado a la población con capacidad económica para el pago de la cuota familiar.

### 2.3.5. SISTEMAS NO CONVENCIONALES

- Son sistemas de abastecimiento de aguas sin redes, compuestos por soluciones familiares y/o multifamiliares. Normalmente demandan el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario.
- Uno de los sistemas no convencionales más usados es la captación de aguas de lluvia, corresponde a soluciones de tipo unifamiliar o multifamiliar, en donde las aguas de lluvia se captan en los techos de las viviendas y se almacenan en tanques. Para el consumo directo del agua debe ser desinfectada; y si las circunstancias lo requieren, debe ser filtrada previamente. Los componentes más importantes de este sistema son:
  - Captación.
  - Canaletas de recolección.
  - Interceptor de primeras aguas.
  - Almacenamiento.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Apropiado para comunidades con precipitación continua.</li><li>• Se pueden utilizar recursos locales para su implementación.</li><li>• Fácil de mantener por el usuario.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No es un sistema permanente.</li><li>• Puede tener un alto costo inicial.</li><li>• La cantidad de agua depende del área de recolección y de la intensidad de las lluvias.</li><li>• Puede presentarse crecimiento de bacterias por el largo tiempo de almacenamiento.</li><li>• Pueden requerir filtración.</li></ul>

#### a) Aplicabilidad

Aplicable en zonas con precipitación continua.<sup>14</sup>

### 2.3.6. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Se ha considerado una captación de tipo manantial de ladera, ya que sus condiciones lo ameritan, dado que el agua proveniente de esta fuente es apta para el consumo humano tal como lo establece los parámetros de calidad ya

<sup>14</sup> GUÍA PARA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL, PNSR Lima 2013.





analizados, además cuenta con la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población.

Por la ubicación de la fuente en una cota superior a la población de determino el uso del sistema por gravedad.

Dadas las condiciones de salubridad de la fuente de agua se decidió no realizarle ningún tipo de tratamiento, antes de su almacenamiento, solo un sistema de cloración antes de su distribución.

Por todas las condiciones ya expuestas se establece emplear un **“sistema por gravedad sin tratamiento”**.

## CAPITULO III

### PARÁMETROS DE DISEÑO

---

#### 3.1.PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño puede definirse como “el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 por 100 ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones”<sup>15</sup>

Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:

- . Vida útil de las estructuras y equipos tomando en cuenta la obsolescencia, desgaste y daños.
- . Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- . Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- . Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.<sup>16</sup>

De acuerdo con los Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales, los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes.

1. Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años.
2. Obras de captación: 20 años.
3. Pozos: 20 años
4. Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
5. Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años.
6. Equipos de bombeo: 10 años.
7. Caseta de bombeo: 20 años<sup>17</sup>

Tomando en consideración los parámetros establecidos, nuestro periodo de diseño para el siguiente proyecto será de 20 años

#### 3.2.ANÁLISIS POBLACIONAL

##### 3.2.1. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS ÚLTIMOS CENSOS

---

<sup>15</sup> Abastecimiento de agua- Simón Arrocha Ravelo- Caracas noviembre de 1977

<sup>16</sup> *Abastecimiento, Diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I(Tesis de grado de Ingeniería Civil).* Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba- MAGNE AYLLÓN-Bolivia 2008

<sup>17</sup> Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, PRONASAR. Septiembre 2004.

Un parámetro importante que debe evaluarse en todo proyecto de abastecimiento de agua potable es la población actual y futura que tiene la localidad.

La predicción del crecimiento poblacional está justificada de acuerdo con las características de la sociedad, su factor de desarrollo y su tendencia.

En el Perú, el Órgano estatal encargado de tener los datos sobre del crecimiento poblacional es el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el cual cuenta con datos que abarcan a todo el país mediante censos.

Para el presente proyecto se realizó el censo obteniendo una población de 155 habitantes, los cuales están distribuidos en 23 viviendas.

### **3.2.2. MÉTODOS DE CÁLCULO PARA POBLACIÓN DE DISEÑO.**

Para la obtención de la población futura existen diversos métodos de crecimiento que se emplearan según el tipo de población.

El artículo 164 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento señala que “se considera ámbito rural y de pequeñas ciudades a aquellos centros poblados que no sobrepasen los quince mil (15,000) habitantes. En tal sentido, se entenderá por:

- a) Centro Poblado Rural: Aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes;
- b) Pequeña Ciudad: Aquella que tenga entre dos mil uno (2,001) y quince mil (15,000) habitantes.”<sup>18</sup>

En cuanto a los métodos de cálculo, Roger Agüero Pittman, establece que los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

#### **A. Métodos analíticos**

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logística, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

#### **B. Métodos comparativos**

---

<sup>18</sup> TEXTO ÚNICO ORDENADO DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, LEY Nº 26338. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima Noviembre del 2005

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

### C. Método racional

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$P_f = P_o(1 + rt)$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Po = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

Para la aplicación de esta fórmula es necesario conocer el coeficiente de crecimiento (r) pudiéndose presentar 2 casos. En el primer caso, además de contar con los datos recopilados en el estudio de campo, se considera la información censal de periodos anteriores. En el segundo caso, cuando no existe información consistente, se considera el valor (r) en base a los coeficientes de crecimiento lineal por departamento.<sup>19</sup>

La población de la localidad de chiqueros considerada en nuestro proyecto es la establecida en uno de los ítems del plan de desarrollo concertado de la municipalidad distrital de Suyo cuyos datos se muestran a continuación:

---

<sup>19</sup> Agua potable para poblaciones rurales- Roger Agüero Pittman-Lima septiembre de 1997

### Población del caserío Chiqueros Según Sexo

Categorías	Suyo	
	Cantidad	%
Hombre	86	55,48
Mujer	69	44,52
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>100</b>

Fuente: Plan de desarrollo concertado de la municipalidad distrital de Suyo

Según los datos del INEI tenemos los siguientes datos de las tasas de crecimiento:

Tasas de Crecimiento Provinciales			
Provincia	Censos		Tasa Anual
	2007	1993	
<b>Piura</b>	1,676,315	1,388,264	1.36%
<b>Ayabaca</b>	124,298	117,456	0.41%
<b>Suyo</b>	39,416	35,265	0.56%

Fuente: INEI-Perfil sociodemográfico de Piura 2009-Censo 2007

### 3.3.DOTACIÓN DE AGUA

Según el reglamento nacional de edificaciones (Norma OS 100) la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.<sup>20</sup>

Actualmente, la guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento del programa nacional de saneamiento rural nos dice, que para el análisis de la demanda del servicio de agua potable se requerirá determinar el tipo de Unidad Básica de Saneamiento que se instalará para lo cual se deberá tener en cuenta las siguientes dotaciones (en lt/hab/día):

#### Dotaciones según región y Tipo de UBS ámbito Rural

TIPO UBS	COSTA	SIERRA	SELVA
<b>Arrastre Hid.</b>	110	<b>100</b>	120
<b>Compostera</b>	80	70	90
<b>Hoyo Seco</b>	60	50	70

Fuente: Guía para elaboración de Proyectos de Agua y Saneamiento del PNSR

En el caso de adoptar piletas públicas la dotación recomendada será de 40 lt/hab/día.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Reglamento nacional de edificaciones OS.100 "Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria"- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento- Lima Mayo 2014.

El Ing. Eduardo García Trisolini, recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd”<sup>22</sup>

Según el tipo de UBS y por las recomendaciones de diseños a futuro de instalaciones sanitarias, la dotación del proyecto será: 100 lt/hab/día.

### 3.4.CAUDALES DE DISEÑO.

Son aquellos que me permitirán dimensionar los componentes del sistema de agua potable. Conocida la dotación me permitirá estimar el caudal medio diario, este a su vez me permitirá estimar mi caudal máximo diario y mi caudal máximo horario.

El caudal medio diario me servirá para calcular el volumen de almacenamiento del reservorio para su posterior dimensionamiento.

El caudal máximo diario es considerado para el cálculo de la línea de conducción, mientras que el caudal máximo horario es empleado en el cálculo de la línea de aducción y red de distribución.

Según las guías técnicas para desarrollo de proyectos de agua potable es necesario establecer un factor de pérdidas este generalmente vería entre el 25-30%.

$$\frac{1}{1 - w}$$

Dónde:

w= Factor de pérdidas.

#### 3.4.1. CAUDAL MEDIO DIARIO (Qm)

Es el caudal promedio que se obtiene de los consumos diarios durante un año de registros y es el resultado para una estimación del consumo per cápita para una población futura expresado en litros por segundo (lt/seg)”<sup>23</sup>

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot d}{86400}$$

Dónde:

---

<sup>21</sup> Guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento-Programa nacional de saneamiento rural-Lima 2013.

<sup>22</sup> Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales- Ing. Eduardo García Trisolini- Lima Junio del 2009.

<sup>23</sup> Abastecimiento de agua y alcantarillado- Velarde del castillo- Abel Darwin-trabajo encargado una-puno 2010

$Q_m$ = Caudal promedio diario.

$P_f$ = Población futura.

$d$ = Dotación.

### 3.4.2. CAUDAL MÁXIMO DIARIO ( $Q_{md}$ )

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Se obtiene al multiplicar el Caudal medio diario por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo con los parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales se considera un valor de 1.3, y se obtiene según la siguiente expresión:

$$Q_{md} = Q_{m(\text{corregido})} \times 1.3$$

### 3.4.3. CAUDAL MÁXIMO HORARIO ( $Q_{mh}$ )

Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Se obtiene de acuerdo con los parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados, multiplicando por el coeficiente máximo horario de 2.0 con el caudal medio diario de la siguiente forma:

$$Q_{mh} = Q_{m(\text{corregido})} \times 2$$

## 3.5. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.

Definidos ya cada uno de los parámetros de diseño, realizamos su cálculo para el sistema de agua potable en estudio:

### 3.5.1. DATOS GENERALES

Número de habitantes	:	155 habitantes
Número de viviendas	:	23 viviendas
Número de instituciones	:	01 colegio
		01 salón comunal
		01 capilla
Número de lotes ocupados	:	26 lotes
Número de lotes no ocupados	:	Ninguno

### 3.5.2. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD(D)



$$D: \frac{\text{N}^\circ \text{ de habitantes}}{\text{N}^\circ \text{ de viviendas}}$$

$$D: \frac{155 \text{ hab.}}{23 \text{ viviendas}}$$

$$D: 7 \text{ hab/vivienda}$$

### 3.5.3. DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Según el tipo de UBS en el ámbito rural: 100 lt/hab/día.

### 3.5.4. DEFINIMOS LA TASA DE CRECIMIENTO

Según el censo del 2007 para el distrito de suyo tengo una tasa de crecimiento de 0.56%.

### 3.5.5. ESTABLESCO EL INDICE DE PERDIDAS

Según las guías tecnológicas estas varían entre 25-30% para nuestro diseño optaremos por la más crítica 30%.

### 3.5.6. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA(Pf)

$$P_f = P_o(1 + rt)$$

$$P_f = 155(1 + \frac{0.56}{100} 20)$$

$$P_f = 173 \text{ Habitantes}$$

### 3.5.7. CÁLCULO DEL CONSUMO(CD)

$$CD = P_f * \text{Dotación}$$

$$CD = 173 \text{ hab} * 100\text{lt/hab/dia}$$

$$CD = 17,300 \text{ lt/dia}$$

### 3.5.8. CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO DIARIO(Qm)

$$Q_m = CD/86400$$

$$Q_m = 17,300/86400$$

$$Q_m = 0.20\text{lt/seg}$$

### 3.5.9. CORRECCIÓN DE Qm POR PERDIDAS

Se consideró el 30%.

$$Q_{m \text{ corregido}} = \frac{Q_m}{1 - 0.3}$$

$$Q_{m \text{ corregido}} = \frac{0.20}{1 - 0.3}$$

$$Q_{m \text{ corregido}} = 0.286 \text{ lt/seg}$$

#### 3.5.10. DETERMINAMOS EL CAUDAL MAXIMO DIARIO(Qmd)

$$Q_{md} = Q_{m \text{ corregido}} * 1.3$$

$$Q_{md} = 0.286 * 1.3$$

$$Q_{md} = 0.37 \text{ lt / seg}$$

#### 3.5.11. DETERMINAMOS EL CAUDAL MAXIMO HORARIO(Qmh)

$$Q_{mh} = Q_{m \text{ corregido}} * 2$$

$$Q_{md} = 0.286 * 2$$

$$Q_{md} = 0.57 \text{ lt / seg}$$

## CAPITULO IV

### CAPTACIÓN

Según la norma OS.010 de “**Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano**” del Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice que, el diseño de las obras deberá garantizar como mínimo en la captación el caudal máximo diario necesario protegiendo la fuente de contaminación.<sup>24</sup>

#### 4.1. CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA

##### 4.1.1. DEFINICIÓN

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente.

##### 4.1.2. DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO

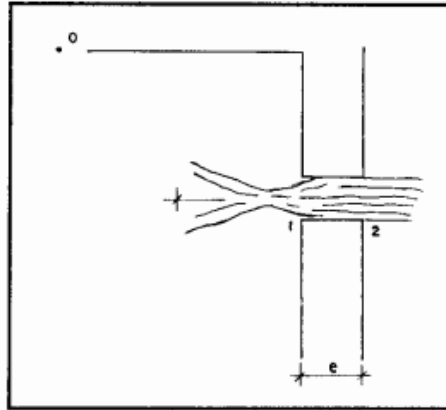
Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

##### **Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda**

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. En la siguiente figura aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos O y 1, resulta:

---

<sup>24</sup> Reglamento nacional de edificaciones- Norma OS.010- Captación y conducción de agua para consumo humano.

**Figura 4.1.****Flujo de agua en una pared gruesa**

$$P_o/\gamma + h_o + V_o^2/2g = P_1/\gamma + h_1 + V_1^2/2g$$

Considerando los valores de  $P_o$ ,  $V_o$ ,  $P_1$ ,  $h_1$  igual a cero, se tiene:

$$h_o = V_1^2/2g \quad (a)$$

Dónde:

$h_o$  = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5m)

$V_1$  = Velocidad teórica en m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2 se tiene:

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo  $A_1 = A_2$

$$V_1 = V_2/C_d \quad (b)$$

Dónde:

$V_2$  = Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s)

$C_d$  = Coeficiente de descarga en el punto 1 (Se asume 0.8)

Reemplazando el valor de  $V_1$  de la ecuación (b) en la ecuación (a), se tiene:

$$h_o = 1.56 V^2 / 2g \quad (c)$$

Para los cálculos,  $h_o$  es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite reducir la velocidad de pase.

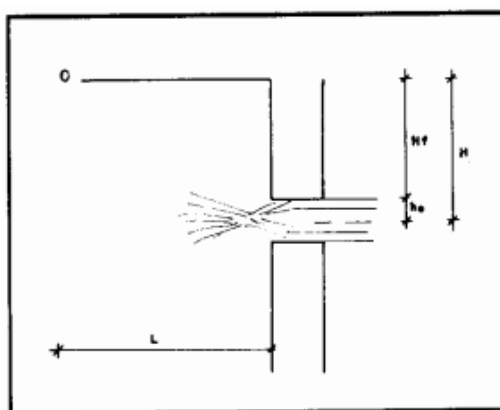
$$H = H_f + h_o$$

Donde  $H_f$  es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de repartición (L)

$$H = H_f - h_o \quad (d)$$

$$H_f = 0.30XL$$

$$L = H_f / 0.30 \quad (e)$$



**Figura 4.2.**  
*Carga disponible y pérdida de carga*

### Ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{max} = V \times A \times C_d \quad (f)$$

$$Q_{max} = A C_d (2 g h)^{1/2} \quad (g)$$

Dónde:

**$Q_{max}$**  = Gasto máximo de la fuente en l/s.

**V** = Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s.).

**A** = Área de la tubería en m<sup>2</sup>.

**C<sub>d</sub>** = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

**g** = Aceleración gravitacional (9.81 m/s<sup>2</sup>).

**h** = Carga sobre el centro del orificio (m)

$$A = Q_{\max} / C_d \times V$$

$$A = \pi D^2 / 4 \quad (h)$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio (g) el valor de A será:

$$A = Q_{\max} / C_d \times (2gh)^{1/2} = \pi D^2 / 4 \quad (i)$$

El valor de D será definido mediante:  $D = (4A/\pi)^{1/2}$

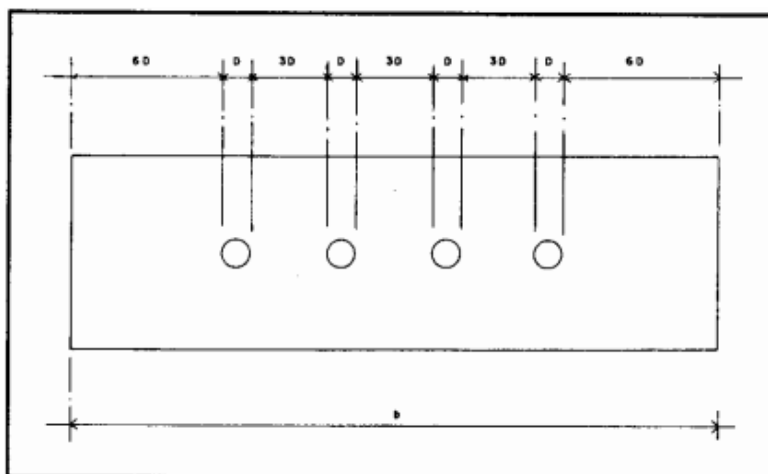
### Número de orificios

Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales a 2". Si se obtuvieran diámetros mayores será necesario aumentar el número de orificios (N<sub>A</sub>), siendo:

$$N_A = (\text{Area del diametro calculado} / \text{Area del diametro asumido}) + 1$$

$$N_A = (D_1/D_2)^2 + 1 \quad (j)$$

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la siguiente figura. El diámetro de la tubería de entrada "D" Siendo: "b" el ancho de la pantalla.



**Figura 4.3.**  
*Distribución de orificios en la pantalla de captación*

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1) \quad (k)$$

Dónde:

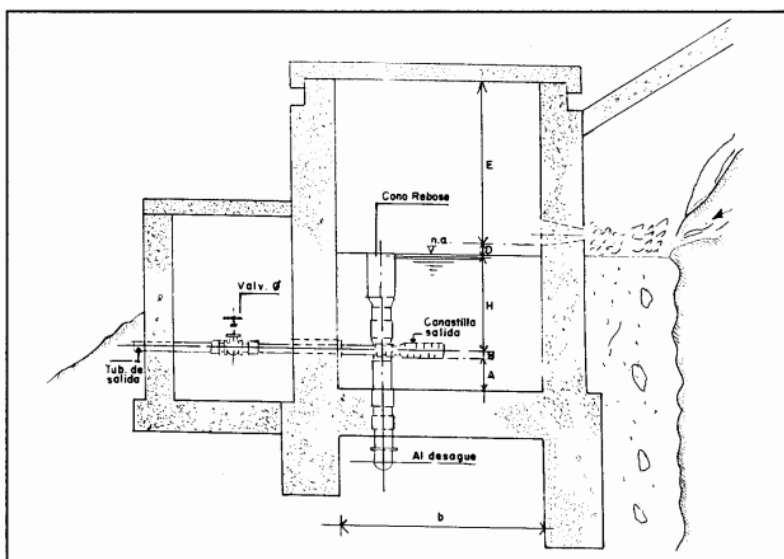
**b**= Ancho de Pantalla

**D**= Diámetro del orificio

**NA**= Número de orificios

### Altura de la cámara húmeda

En base a los elementos identificados en la siguiente figura la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:



**Figura 4.4.**  
**Altura total de la cámara húmeda**

$$H_t = A + B + H + D + E \quad (l)$$

Dónde:

**A:** Se considera una altura mínima de 10 cm. que permite la sedimentación de la arena.

**B:** Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.



**H:** Altura de agua.

**D:** Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm.).

**E:** Borde libre (de 10 a 30 ms.). Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción.

La carga requerida es determinada mediante la ecuación(c).

$$H=1.56 V^2/2g$$

Dónde:

**H**=Carga requerida en m

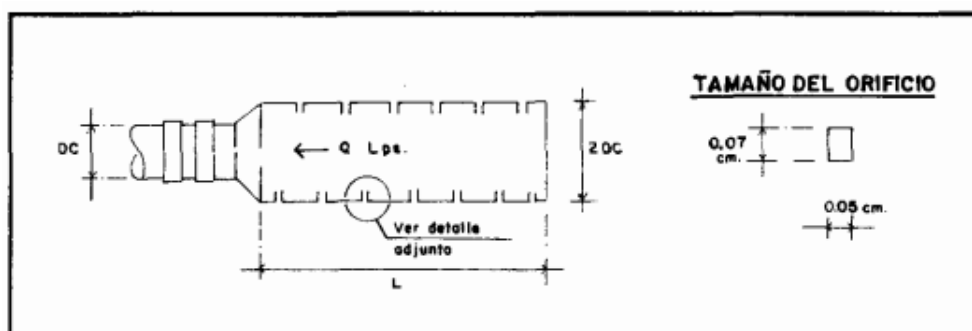
**V**= Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s

**G**=Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s<sup>2</sup>

Se recomienda una altura mínima de H= 30cm

### Dimensionamiento de canastilla

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dj) que el área total de las ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc



**Figura 4.5.**  
**Canastilla de Salida**

$$A_t=2 A_c \quad (m)$$

$$A_c=\pi D_c^2/4$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \text{Área Total de ranuras} / \text{Área de ranuras}$$

### Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y de limpia se recomiendan pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para  $C=140$ )

$$D = 0.71 \times Q^{0.38} / hf^{0.21} \quad (n)$$

Dónde:

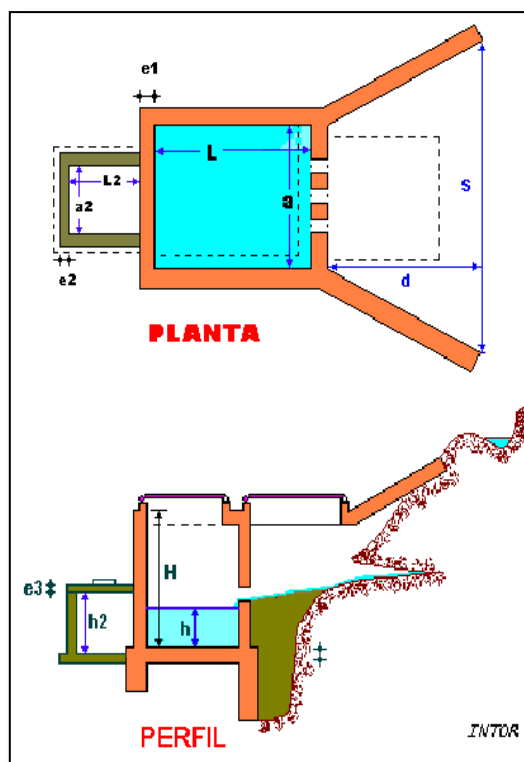
$D$  = Diámetro en pulg.

$Q$  = Gasto máximo de la fuente en l/s.

$hf$  = Perdida de carga unitaria en  $hf$  m/m.

### 4.1.3. CALCULO DE LA CAPTACION DE MANANTIAL DE LADERA

El sistema de la localidad de Chiqueros se abastecerá mediante el manantial “El Higuerón”.



**Figura 4.6.**  
**Esquema general de una captación de ladera.**

## DISEÑO DE CAPTACIÓN DE MANANTIAL "EL HIGUERÓN"

### N DE MANANTIAL "EL HIGUERÓN"

PROYECTO DE TESIS :

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN  
EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO SUYO, PROVINCIA AYABACA, REGIÓN  
PIURA**

REGIÓN : PIURA  
PROVINCIA : AYABACA  
DISTRITO : SUYO  
LOCALIDAD : CHIQUEROS

A.- POBLACION ACTUAL  
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)  
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)  
D.- POBLACION FUTURA  
 $P_f = P_o * (1 + r * t / 100)$

155
0.56
20
173.00

E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)  
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)  
 $Q = \text{Pob.} * \text{Dot.} / 86,400$

100
-----

0.200
-------

F.1.- PÉRDIDA DE CAUDAL

30.00%
--------

F.2.- CAUDAL PROMEDIO DIARIO ANUAL (L/SEG)

0.286
-------

G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)  
 $Q_{md} = 1.30 * Q$

0.37
------

H.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG)

0.63
------

I.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)  
 $Q_{mh} = 2.00 Q$

0.57
------

### 1. Cálculo de la Distancia entre el Punto de afloramiento y la Cámara Húmeda (L)

$V = (2gh/1.56)^{1/2}$   
 $h_a = 0.40$  m      Valores menores o iguales a 0.60 m/s  
 g = 9.81 m/seg<sup>2</sup>      Valores de 0.40 a 0.50 m.  
 $V = 2.24$  m/seg      0.6 m/seg

Altura entre afloramiento y la entrada (h<sub>o</sub>)  
 $h_o = 1.56 * (V^2 / 2 * g)$

h<sub>o</sub> = 0.03 m  
 h<sub>o</sub> = 0.03 m

Perdida de carga (H<sub>f</sub>)  
 $H_f = h_a - h_o$

H<sub>f</sub> = 0.37

Distancia entre el afloramiento y la caja de captacion(d)  
 $d = H_f / 0.30$

d = 1.24 m  
 Asumimos : d = 1.50 m      Por condiciones topográficas y proteccion

### 2. Ancho de Pantalla (a)

#### a. Cálculo del Diámetro de la tubería de entrada (D)

$A = Q_{\text{máx}} / C_d * V$   
 $Q_{\text{máx}} = 0.63$  lt/seg      Aforo de caudal máx.  
 $C_d = 0.80$       Coef. De descarga (0.60-0.80)

A = 1.31E-03 m<sup>2</sup>

$D = (4 * A / 3.1416)^{1/2}$

D = 4.09 cm

D = 1.61 pulg      Se toma : 2"

Se recomienda usar diámetros menores o iguales de 2"; caso contrario se tiene que aumentar el número de orificos

Se toma :

D = 2.00 pulg      5.08 cm

b. Cálculo del número de orificios (NA)

$$NA = D^2 \left( \frac{2}{1/2} \right) / D^2 \left( \frac{1}{1/2} \right) + 1$$

$$NA = 1.65$$

Se Asume

$$NA = 3.00$$

c. Cálculo del ancho de la Pantalla (a)

$$a = 2(6D) + NA \cdot D + 3D(NA-1)$$

$$a = 42.00 \text{ pulg}$$

$$a = 105.00 \text{ cm}$$

Se asume :

$$a = 1.00 \text{ m} \quad \text{se asume diseño de } 1.00 \times 1.00 \text{ m}$$

3. Altura de la Cámara Húmeda

$$Ht = A + B + H + D + E$$

$$A = 10.00 \text{ cm}$$

Altura de Losa de fondo a Canastilla

$$B = 2.54 \text{ cm}$$

2.00 pulg ( diámetro de canastilla)

$$D = 3.00 \text{ cm}$$

Desnivel entre nivel de ingreso de agua de afloramiento y nivel de cámara húmeda. Mínimo 3cm.

$$E = 30.00 \text{ cm}$$

Borde Libre de 10 a 30 cms.

$$H = 1.56 \left( \frac{V^2}{2 \cdot g} \right) =$$

$$1.56 \left( \frac{Q^2 m d}{2 \cdot g \cdot A^3} \right)$$

$$H = 0.48 \text{ m}$$

$$= 0.0054$$

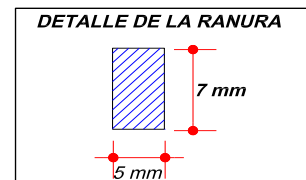
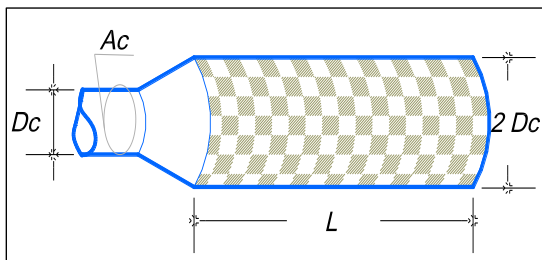
$$H \text{ min} = 0.30 \text{ cm}$$

$$48.01 \text{ cm}$$

$$Ht = 93.55 \text{ cm}$$

$$Ht \text{ diseño} = 1.10 \text{ m}$$

4. Diseño de la Canastilla



CONDICIONES:

$$At = 2 Ac$$

$$3 Dc < L < 6 Dc$$

$$At \leq 0.50 \cdot Dg \cdot L$$

$$N^{\circ} \text{ ranura} = \frac{At}{\text{Área de una ranura}}$$

Donde :

At : Área total de las ranuras

Ag : Área de la granada.

$$\text{Ancho de la Ranura} = 5.00 \text{ mm}$$

$$\text{Largo de la Ranura} = 7.00 \text{ mm}$$

$$\text{Area de la Ranura (Ar)} = 35.00 \text{ mm}^2$$

$$At = 0.00405 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DE L:

$$3 \cdot Dc = 15.24 \text{ cm}$$

$$6 \cdot Dc = 30.48 \text{ cm}$$

$$L = 25.00 \text{ cm}$$

$$Ag = 0.5 \cdot PDg \cdot L$$

$$At = 0.00405 \text{ m}^2$$

$$Ac = 0.00203 \text{ m}^2$$

$$Ag = 0.04 \text{ m}^2$$

$$0.04 > 0.00405 \longrightarrow \text{OK!}$$



Nº ranuras = 115.82

Por lo tanto :

**Nº ranuras = 116.00 Ranuras**

#### 5. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza:

FÓRMULA:

$$D = 1.548 \left( \frac{nQ}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

Donde :

Q = Caudal máximo de la fuente en lt/seg

S = Pendiente mínima (1 - 1.5 %) m/m

n = coeficiente de rugosidad de manning

D = diámetro de la tubería en m.

Datos:

n = 0.01 PVC  
S = 1.00 %  
Q = 0.63 lt/seg (caudal maximo)

n\*Q = 0.000006

√ S = 0.10

D = 0.04 m. ≈ 1.62 Pulg.

2 pulg. Y cono de rebose de 2x4 pulg.

## CAPITULO V

# LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se denomina línea de conducción a la tubería que conduce el agua desde la captación hasta la estructura de almacenamiento, en el caso de un sistema por gravedad solo empleará la energía de la gravedad.

### 5.1.CRITERIOS DE DISEÑO

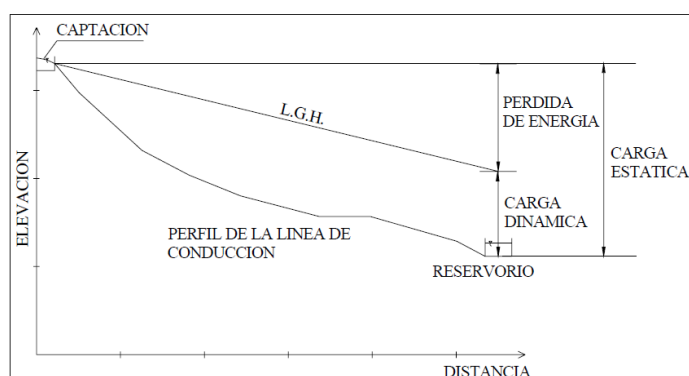
#### 5.1.1. CAUDAL DE DISEÑO

Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado.

En caso de sistemas donde no se disponga de reservorio, la línea de conducción se diseñará para el caudal máximo horario.<sup>25</sup>

#### 5.1.2. CARGA ESTÁTICA Y DINÁMICA

La norma OS.010 no establece parámetros sobre carga estática máxima o dinámica mínima aceptables para el diseño. Sin embargo, la organización panamericana de la salud que establece que para la carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 5 m para poblaciones rurales



**Figura 5.1.**

*Cargas estática y dinámica de la línea de conducción*

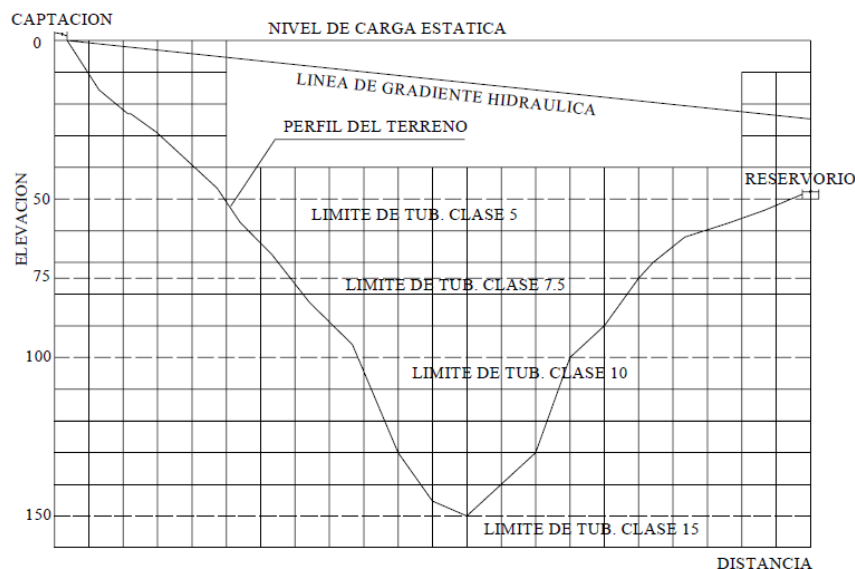
#### 5.1.3. CLASES DE TUBERÍAS

La Organización Panamericana de la Salud que establece que, para la selección de la clase de tubería, el criterio predominante a usar es el de la línea de

<sup>25</sup> Reglamento nacional de edificaciones OS.010 "Captación y conducción de agua para consumo humano".

gradiente estática. Donde establece que se deben trazar paralelas cada 50 m tomando como nivel inicial la cota de descarga de la captación.

Para condiciones de proyección se establece los límites recomendables de 35 m para la clase 5, 50 m para la clase 7.5, 75 m para la clase 10 y hasta 130 m para la clase 15.<sup>26</sup>



**Figura5.2.**

***Presiones máximas para diferentes clases de tubería de PVC.***

Con respecto a la clase de material a usar, se tendrá en consideración primordialmente la agresividad del suelo y la exposición directa que tenga con los rayos solares al no estar enterrada por situaciones diversas.

Al respecto, la norma OS.010 del reglamento nacional de edificaciones establece que “para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.”

Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la siguiente tabla:

<sup>26</sup> Criterios de diseño para la elaboración de proyectos de agua potable en poblaciones rurales-M.V.C.S - P.N.S.R



TIPO DE TUBERIA	“C”
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150

Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

#### 5.1.4. SELECCIÓN DE DIÁMETROS

Para determinar el diámetro de diseño de una línea de conducción intervienen diversos factores que a continuación detallo:

En primer lugar, determino mi diámetro teórico empleando la fórmula de Hazen y Willians (previo cálculo de los parámetros del proyecto).

Con el diámetro teórico determino la velocidad del caudal en la línea de conducción la cual debe ser no superior a 3 m/s ni menor a 0.6 m/s para el caso de aguas crudas, dado el caso de la presencia de aguas limpias (generalmente subterráneas) se pueden aceptar velocidades mínimas de 0.2 m/s, considerando en el sistema elementos de purga para eliminar la posible acumulación de sedimentos.<sup>27</sup> En caso no se cuente con la velocidad deseada se puede disminuir el diámetro de diseño o tomar como caudal de diseño el máximo de la fuente.

Cumplido el parámetro de la velocidad, también se debe garantizar la presión dinámica mínima, establecida en el ítem anterior.

Finalmente, la selección final del diámetro del proyecto es el establecido por los productores del mercado, generalmente empleamos el diámetro superior próximo presente en el mercado al calculado de forma teórica.

El diámetro mínimo de la línea de conducción no está establecido en la OS.010, pero el ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento en los Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales nos dice que el diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de

---

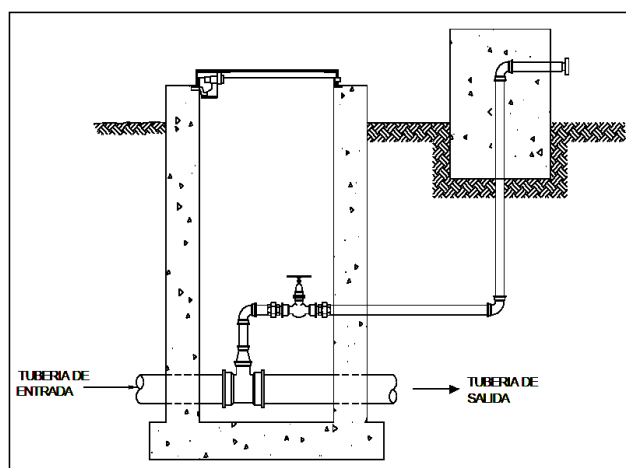
<sup>27</sup> Diseño de Líneas de Conducción-Diplomado en Ingeniería Sanitaria- Ing. Pablo Valdivia Chacón Chiclayo 2017

20 mm y el recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m en zonas de tránsito vehicular o pesado y 0.50 m en zonas libres o sin influencia de cargas mayores. La Organización Panamericana de la Salud nos menciona que el diámetro mínimo de la línea de conducción es de  $\frac{3}{4}$ " para el caso de sistemas rurales

### 5.1.5. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

- **Cámara de válvula de aire**

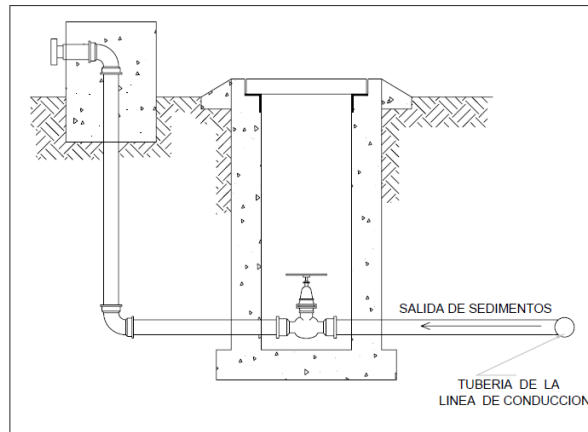
La norma OS.010 del reglamento nacional de edificaciones nos dice que, en líneas de gravedad y/o bombeo se deben colocar válvulas extractores de aire (ventosas) en los puntos de cambio de dirección, cuando la pendiente cambie de positiva a negativa, es decir en los puntos altos de la línea; si la línea tuviese una pendiente uniforme se colocara una válvula cada 2km como máximo.



**Figura 5.3.**  
**Válvula de aire manual**

- **Cámara de válvula de purga**

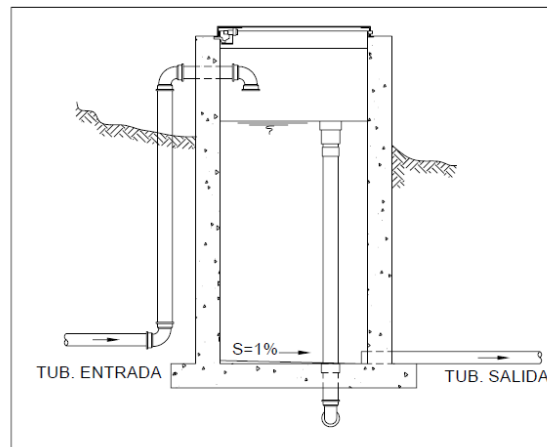
Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo con la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.



**Figura 5.4.**  
**Válvula de purga manual**

- **Cámara rompe-presión**

Son estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión. Se considerará su instalación para evitar que la presión estática en la línea supere la presión de trabajo de la tubería.



**Figura 5.5.**  
**Cámara rompe presión**

#### 5.1.6. CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

Para el dimensionamiento de la tubería, la Organización Panamericana de Salud establece las siguientes condiciones:

**La línea gradiente hidráulica (L.G.H.)**

La línea de gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.

### **Perdida de carga unitaria ( $h_f$ )**

Para el propósito de diseño se considerarán las ecuaciones de Hazen Williams

### **Presión**

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

$Z$  = Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria.

$\frac{P}{\gamma}$  = Altura de carga de presión  $P$  sobre el peso específico del fluido.

$V$  = Velocidad media del punto considerado (m/s)

$H_f$  = Es la pérdida de carga que se produce de 1 a 2.

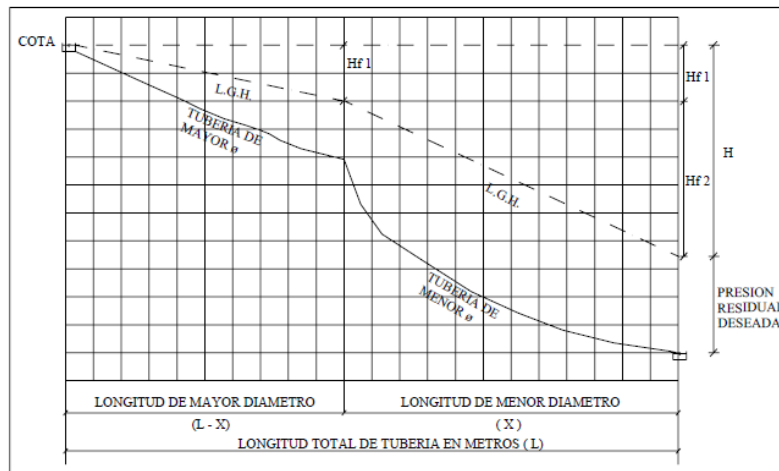
Si  $V_1 = V_2$  y como el punto 1 está a presión atmosférica, o sea  $P_1 = 0$ . Entonces:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

### **Combinación de tuberías**

Es posible diseñar la línea de conducción mediante la combinación de tuberías, tiene la ventaja de optimizar las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos admisibles y disminuir los costos del proyecto.

Se define lo siguiente



**Figura 5.6**  
**Perfil con combinación de tuberías**

### Perfiles en U

En zonas donde la topografía obligue el trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de U, las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo con los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

## 5.2.DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

### 5.2.1. CÁLCULO DE LA CARGA DISPONIBLE(CD)

$$CD = CI - Cd - \sum hf \text{ acc.}$$

Dónde:

**CD** = Carga disponible.

**CI** = Cota de inicio.

**Cd** = Cota de descarga.

$\sum hf \text{ acc}$  = Sumatoria de pérdidas de carga en accesorios (Varia entre 1-2 m)

$$CD = 373.03 \text{ m} - 352.6 \text{ m} - 2 \text{ m}$$

$$CD = 18.43 \text{ m}$$

### 5.2.2. CÁLCULO DE LA PENDIENTE MÁXIMA(Smax)

$$S_{\max} = CD / L$$

Dónde:

**S<sub>max</sub>** = Pendiente máxima.

**CD** = Carga disponible.

**L** = Longitud de la línea de conducción

$$S_{max} = 18.43 \text{ m} / 3626.36 \text{ m}$$

$$S_{max} = 0.00508 \text{ m} / \text{m}$$

### 5.2.3. CÁLCULO DEL DIÁMETRO TEÓRICO(D<sub>t</sub>)

$$Q = 0.2785 C \cdot D^{2.63} \cdot S^{0.54}$$

Dónde:

**Q** = Caudal de diseño (Caudal máximo diario) en m<sup>3</sup>/seg.

**D** = Diámetro en m.

**S** = Pendiente en m/m.

**C** = Coeficiente de Hazen y Willians.

Despejamos el diámetro y tenemos:

$$D_t = (Q / (0.2785)(C) (S_{max})^{0.54})^{1/2.63}$$

$$D_t = (0.00037 / (0.2785)(150) (0.00508)^{0.54})^{1/2.63}$$

$$D_t = 0.03547 \text{ m aproximadamente } 1.5 \text{ pulg}$$

### 5.2.4. SELECCIÓN DEL DIÁMETRO COMERCIAL(D)

Selecciono el diámetro interno comercial o el presente en el mercado, el cual debe ser generalmente inmediatamente superior al diámetro teórico.

Analizados los diámetros del mercado el empleado en nuestro proyecto será un diámetro de 1.5 pulg clase 7.5, cuyos datos de diámetro externo e interno son:

$$D_N = 48 \text{ mm}$$

$$D_I = 44.4 \text{ mm}$$

Dónde:

**D<sub>N</sub>** = Diámetro nominal o externo.

$D_I$  = Diámetro interno.

### 5.2.5. CÁLCULO DE LA PENDIENTE(S)

$$S = (Q / (0.2785)(C) (D_I)^{2.63})^{1/0.54}$$

$$S = (0.00037 / (0.2785)(150) (0.0444)^{2.63})^{1/0.54}$$

$$S = 0.0017 \text{ m/m}$$

### 5.2.6. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD(V)

$$V = Q / A$$

Dónde:

$Q$  = Caudal de diseño( $Q_{md}$ )

$A$  = Área de la sección transversal de línea de conducción

Para el cálculo del área selecciono el diámetro interno comercial resultando  $0.001548 \text{ m}^2$ .

$$V = 0.00037 / 0.001548$$

$$V = 0.239 \text{ m/seg.}$$

### 5.2.7. CÁLCULO DE LA PERDIDA DE CARGA(hf)

$$hf = hf_t + hf_{acc.}$$

Dónde:

$hf$  = Perdida de carga en la línea de conducción.

$hf_t$  = Perdida de carga en la tubería.

$hf_{acc}$  = Perdida de carga por accesorios.

$$hf_t = S * L$$

Dónde:

$S$  = Pendiente.

$L$  = Longitud de la línea de conducción.

$$Hf_{acc} = \sum K. V^2 / 2g$$



Dónde:

**K** = Coeficiente de pérdidas de carga de los accesorios.

**V** = Velocidad.

**g** = Acción de la gravedad.

$$h_{f_t} = 0.0017 \cdot 3626.36$$

$$h_{f_t} = 6.17 \text{ m}$$

Determinamos el coeficiente K para el cálculo de la pérdida de carga por accesorios

<u>ACCESORIOS</u>	<u>N°</u>	<u>K</u>	<u>K PARCIAL</u>
<b>CATATACIÓN</b>	-	-	-
VÁLVULA COMPUERTA	1	0.19	0.19
CANASTILLA	1	6.10	6.10
CODO DE 90°	2	0.90	1.8
<b>V. DE PURGA</b>	-	-	-
TEE	2	0.60	1.2
<b>V. DE AIRE</b>	-	-	-
TEE	1	0.6	0.6
<b>L. DE CONDUCCIÓN</b>	-	-	-
CODO DE 45°	4	0.42	1.68
CODO DE 22.5°	DSP	0	0
<b>RESERVORIO</b>	-	-	-
CODO DE 90°	5	0.90	4.5
VÁLVULA COMPUERTA	1	0.19	<u>0.19</u>

$$\Sigma K = 16.26$$

$$H_{f_{acc}} = 0.05 \text{ m}$$

$$h_f = 6.17 \text{ m} + 0.05 \text{ m}$$

$$h_f = 6.22 \text{ m}$$



Se presenta el resumen de los cálculos empleados para el diseño de la línea de conducción:

TRAMO	LONGITUD	COTAS DE TUBERIA		CD (m)	S <sub>max</sub> (m/m)	Q <sub>diseño</sub> (Q <sub>md</sub> )	D <sub>t</sub> (mm)	D <sub>comercial</sub>		D <sub>comercial</sub> (Pulg)	S (m/m)	V (m/s)	H <sub>f</sub>		L-G-H-D		PRESIONES	
		SALIDA	LLEGADA					DN(m)	DI(m)				hf <sub>Tuberia</sub>	hf <sub>Accesorios</sub>	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
CAP - RESER.	3626.36	373.03	352.60	18.43	0.00508	0.000370	35.47	0.0480	0.0444	1 1/2	0.00170	0.239	6.17	0.05	373.03	366.81	0.00	14.21

## CAPITULO VI

### RESERVORIO

---

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario. En caso de que el rendimiento de la fuente sea mayor que el gasto máximo horario no se considerara el reservorio, por lo cual debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente, para que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

Los Parámetros de diseño de Infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales establecen lo siguiente:

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:

- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

#### 6.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS

##### 6.1.1. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Agua potable para poblaciones rurales - Roger Agüero Pittman - Lima septiembre de 1997

La capacidad de regulación será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual.<sup>29</sup>

### 6.1.2. TIPOS DE RESERVORIO

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y/o enterrados.

Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.

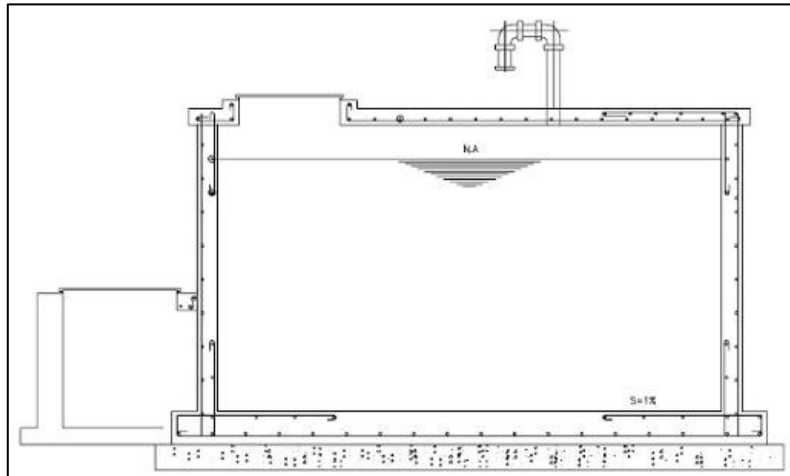


***Figura 6.1***  
***Reservorio elevado***

Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.

---

<sup>29</sup> Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales – Pronasar – Foncodes - septiembre del 2004.



**Figura 6.2**  
**Reservorio apoyado**

Los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo



**Figura 6.3**  
**Reservorio enterrado**

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada.

### **6.1.3. UBICACIÓN**

La ubicación del reservorio está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio,

garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas, sin embargo, debe priorizarse el criterio de ubicación tomando en cuenta la ocurrencia de desastres naturales. (CEPIS, 2004)

Para este tipo de sistema se recomienda la construcción de reservorios apoyados. (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2012)

## **6.2.ELEMENTOS DEL RESERVORIO**

### **6.2.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

Estructura de forma cuadrada o circular, de capacidad variable. Se complementa con una tapa o escalera que permite ingresar al interior para realizar la limpieza de este, y una tubería de ventilación en la parte superior.

### **6.2.2. CÁMARA DE VÁLVULAS**

Es aquella que permite la operatividad del reservorio, se ubica al lado del tanque y cuenta con tubería de ingreso, de salida, un by-pass, tubería de desagüe, tubería de rebose.

### **6.2.3. TUBERÍA DE ENTRADA**

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by-pass para atender situaciones de emergencia.

### **6.2.4. TUBERÍA DE SALIDA**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

### **6.2.5. TUBERÍA DE LIMPIA**

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

### **6.2.6. TUBERÍA DE REBOSE**

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

### **6.2.7. BY-PASS**

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constara de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

### 6.3.DISEÑO DEL RESERVORIO

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la curva de masa o de consumo integral considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos se debe disponer de datos por horas de consumo y del caudal disponible de la fuente.

En la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos mencionados, pero si podemos estimar el consumo medio diario. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo con las normas del ministerio de salud.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, el ministerio de salud recomienda una capacidad de regulación del reservorio del 25 al 30% del consumo medio diario.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento del sistema de agua del caserío Chiqueros optaremos por un volumen de regulación de 25%.<sup>30</sup>

Determinamos el consumo medio diario:

$$Q_m = 0.286 \text{ lt/se} * 86400 \text{ seg/día}$$

$$Q_m = 24,710.4 \text{ lt/día}$$

Determinamos el volumen del reservorio con el 25% de regulación

$$V = Q_m \times 0.25$$

$$V = 24,710.4 \text{ lt} \times 0.25$$

$$V = 6,177.6 \text{ lt}$$

$$V = 6.2 \text{ m}^3$$

El volumen de nuestro reservorio será de 7 m<sup>3</sup>, procedemos al dimensionamiento hidráulico del reservorio:

---

<sup>30</sup> Agua potable para poblaciones rurales - Roger Agüero Pittman - Lima septiembre de 1997



Proyecto : "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIKEROS, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA"

Localidad CHIKEROS  
Distrito SUYO  
Provincia AYABACA  
Tema Reservorio

### DISEÑO HIDRAULICO DEL RESERVORIO CUADRADO V = 7 m<sup>3</sup>

SEGÚN EL RNE - N OS.030 - ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

SEGÚN EL RNE - N IS.010 - 2.4 ALMACENAMIENTO Y REGULACION

#### 01.00.00 DATOS

Volumen del Reservorio	Vol =	7.00	m <sup>3</sup>
Geometria del Reservorio	CUADRADO		
Lado Interior	L =	2.45	m
Altura de Agua	h =	1.20	m
Borde Libre	Bl =	0.30	m
Caudal máximo Diario	Qmd =	0.37	lts/seg
Caudal máximo Horario	Qmh =	0.57	lts/seg
Diámetro de tubería de entrada	Dlc =	1 1/2	plg
Diámetro de tubería de salida	Dla =	1 1/2	plg

#### 02.00.00 CRITERIOS

Relacion Lado vs Altura	RL/h =	2.04
La relacion recomendable es entre 0.5 - 3		

#### 03.00.00 DISEÑO HIDRAULICO

##### 03.10.00 CALCULO DE LA CANASTILLA

El diámetro de la canastilla está dada por la fórmula	$D_{ca} = 2D$	Dca =	3	plg
Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3B y menor 6B	$L = 5B$	L =	0.20	m
Ancho de ranura	Asumiremos :	Ar =	0.005	m
Largo de ranura	Asumiremos :	Lr =	0.007	m
Área de ranuras	$A_{rr} = A_r \times L_r$	Arr =	0.00004	m <sup>2</sup>
Área total de ranuras		Atr =	0.002	m <sup>2</sup>
El valor del Área total no debe ser mayor al 50% del área lateral de la canastilla	$A_g = 1/2 \times L \times D_g$	Ag =	0.008	m <sup>2</sup>
Número de ranuras de la canastilla	$N_r = \frac{A_{tr}}{A_{rr}}$	Nr =	65.00	und
Perimetro en Canastilla	$p = \pi D_{ca}$	p =	0.24	m
Mumero de Ranuras en Paralelo	$N_p = p \times L_r / 4$	Np =	8.00	und
Numero de Ranuras a lo Largo	$N_l = \frac{N_r}{N_p}$	Nl =	9.00	und

##### 03.20.00 TUBERIA DE REBOSE

###### Calculo Hidraulico

El diámetro se calculará mediante la ecuacion de Hazen y Williams, se recomienda S=1.5%

$$D_r = 0.71 \times \frac{Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

Dr = 1.39 plg

Se usará tubería de PVC del diámetro

Asumiremos : Dr = 2 plg

##### 03.30.00 TUBERIA DE LIMPIEZA

Tiempo de evacuacion no sera mayor de 2 horas.

Asumiremos : Tev = 2 hr.

Caudal evacuado

Q ev = 0.97 m<sup>3</sup>/hr.



El diámetro se calculará mediante la ecuación de Hazen y Williams, se recomienda  $S=1.5\%$

$$D_{ev} = 0.71x \frac{Q_{ev}^{0.38}}{S^{0.21}}$$

Dev = 1.7 plg

Diámetro de tubería de limpieza

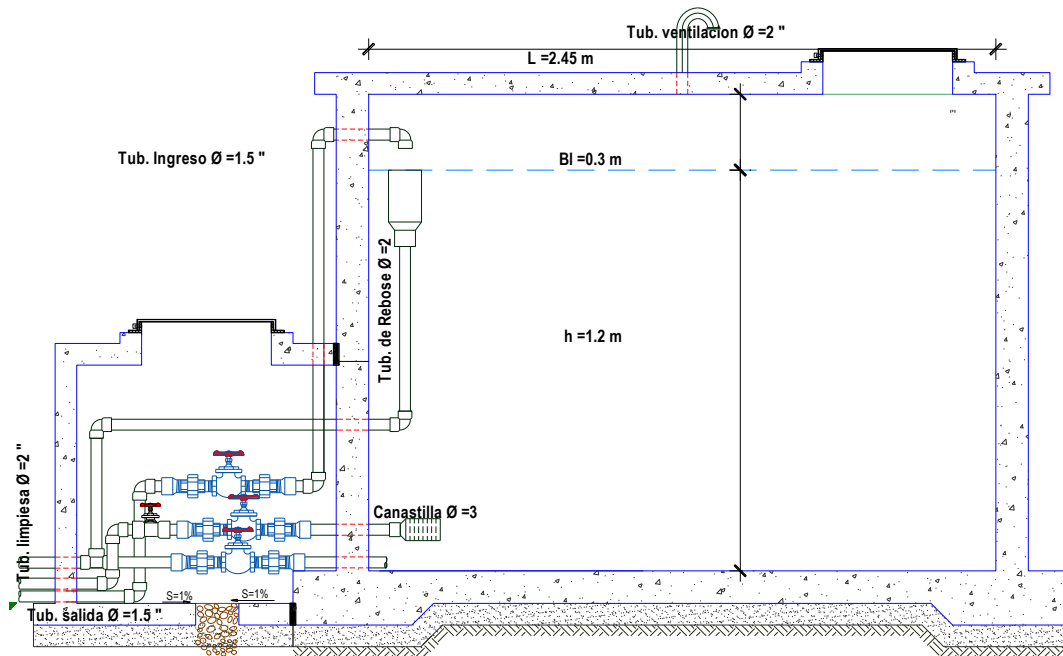
Asumiremos : Dev = 2 plg

#### 03.40.00 TUBERIA DE VENTILACION

Asumiremos tubería F°G° mínimo 2 pulg.

Asumiremos : Dv = 2 plg

#### 04.00.00 REPRESENTACION GRAFICA



## CAPITULO VII

# RED DE DISTRIBUCIÓN

---

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo, considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen danos en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja).<sup>31</sup>

### 7.1.CRITERIOS DE DISEÑO

#### 7.1.1. CAUDAL DE DISEÑO

La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario. La guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua establece los siguientes métodos para el cálculo de los caudales en redes cerradas

##### Método de las Áreas

Consiste en la determinación del caudal en cada nudo considerando su área de influencia. Este método es recomendable en localidades con densidad poblacional uniforme en toda la extensión del proyecto. El caudal en el nudo será:

$$Q_i = Q_u \times A_i$$

Donde el caudal unitario de superficie se calcula por:

$$Q_u = Q_t / A_t$$

---

<sup>31</sup> Agua potable para poblaciones rurales - Roger Agüero Pittman - Lima septiembre de 1997

Dónde:

Qu: Caudal unitario superficial (lt/s/ha)

Qi: Caudal en el nudo “i” (lt/s)

Qt: Caudal máximo horario del proyecto (lt/s)

Ai: Área de influencia del nudo “i” (ha)

At: Superficie total del proyecto (ha)

### **Método de Densidad Poblacional**

Este método considera la población por área de influencia de cada nudo. Para la aplicación de este método se deberá definir la población en cada sector del área del proyecto.

El caudal por nudo será:

$$Q_i = Q_p \times P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$Q_p = Q_t / P_t$$

Dónde:

Qp: Caudal unitario poblacional (lt/s/hab)

Qt: Caudal total o caudal máximo horario para la totalidad de la población (lt/s)

Qi: Caudal en el nudo “i” (lt/s)

Pt: Población total del proyecto (hab)

Pi: Población del área de influencia del nudo “i” (hab)

### **Método de la Longitud Unitaria**

Por este método se calcula el caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red.

Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

$$Q_i = q \times L_i$$

$$q = Q_{mh}/L_t$$

Dónde:

q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (lt/s/m)

Qi: Caudal en el tramo “i” (lt/s)

Qmh: Caudal máximo horario (lt/s)

Lt: Longitud total de tubería del proyecto (m)

Li: Longitud del tramo “i” (m)

### **Método de la Repartición Media**

Consiste en la determinación de los caudales en cada tramo del sistema, repartiéndolos en partes iguales a los nudos de sus extremos.

Por tanto, el caudal en un nudo será la suma de los caudales de los tramos medios adyacentes.

El caudal de cada tramo puede ser calculado por el método de longitud unitaria.

### **Método del Número de Familias**

Por este método se calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población.

El caudal en el nudo será el número de familias en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.

$$Q_n = q_u \times N_{fn}$$

$$q_u = Q_{mh}/N_f$$

Dónde:

qu: Caudal unitario (lt/s/fam)

Qn: Caudal en el nudo “n” (lt/s)

Qmh: Caudal máximo horario (lt/s)

Nf: Número total de familias

Nfn: Número de familias en el área de influencia del nudo “n”

En cuanto al cálculo de los caudales en redes abiertas, la guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales establece que, si la red abasteciera a más de 30 conexiones por ramal, podrán emplearse cualquiera de los métodos indicados anteriormente para el cálculo de los caudales, En caso de tener menos de 30 conexiones por ramal, la determinación de caudales por ramales se realizará por el método probabilístico o de simultaneidad.

### **Método probabilístico o de simultaneidad.**

Se recomienda aplicar la siguiente fórmula:

$$Q_{RAMAL} = Kx \sum Q_g$$

Dónde:

$$K = (X - 1)^{-0.5}$$

$Q_{ramal}$ : Caudal de cada ramal (lt/s)

$Q_g$ : Caudal por grifo (lt/s). Este valor no será inferior a 0.1 l/s

K: Coeficiente de Simultaneidad. En ningún caso el coeficiente será menor a 0.20

X: Número de grifos  $\geq 2$

X: Número total de grifos en el área que abastece cada ramal<sup>32</sup>

### **7.1.2. CARGA ESTÁTICA Y DINÁMICA**

En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5m y la presión estática no será mayor de 50m.

### **7.1.3. DIÁMETROS**

El diámetro por utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos por lo general

---

<sup>32</sup> Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua - organización panamericana de la salud – Cepis Lima del 2005.

serán: 25 mm (1") en redes principales y 20 mm (3/4") en ramales y 15 mm (1/2") en conexiones domiciliarias.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m, en las vías vehiculares y 0.50 m en las vías peatonales.

## 7.2.DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Para el diseño y la consideración de caudales en cada ramal, por contar con una población pequeña se empleará el método probabilístico o de simultaneidad considerando que el caudal de cada grifo o vivienda será de 0.15 l/s.

La línea de aducción y la red de distribución han sido diseñadas con el método probabilístico o de simultaneidad, mediante la fórmula de Hazen Williams, garantizando la suficiente presión en los distintos puntos de la red, cuyos cálculos los detallamos a continuación:

### TRAMO: RESERVORIO – CRP7

#### Cálculo del caudal unitario( $q_u$ )

$$q_u = Q / n^{\circ} \text{ de lotes}$$

Dónde:

$q_u$  = Caudal unitario.

$Q$  = Caudal de diseño ( $Q_{\max h}$ )

$n^{\circ} \text{ de lotes}$  = Numero de lotes del proyecto.

$$q_u = 0.57 / 26$$

$$q_u = 0.0219 \text{ ls/seg/vivienda}$$

#### Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )

Para este tramo considero el caudal de diseño es decir el caudal máximo horario

$$Q_{\text{ramal}} = 0.57 \text{ lt/seg.}$$

#### Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\max}$ )

$$S_{\max} = CI - CF / L$$

Dónde:

**CI** = Cota inicial.

**CF** = Cota final.

**L** = Longitud del tramo.

$$S_{\max} = 352.6 - 329.48 / 260$$

$$S_{\max} = 0.08892$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (Q)^{0.38} / S^{0.21}$$

Dónde:

**Q** = Caudal del tramo en lt/seg.

**S** =  $S_{\max}$  en m/m.

**$D_t$**  = Diámetro calculado en pulg.

$$D_t = (0.71) (0.57)^{0.38} / 0.08892^{0.21}$$

$$D_t = 0.953 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(D + 0.05)^{0.5}$$

Dónde:

**$V_i$**  = Velocidad ideal en m/seg.

**$D$**  = Diámetro comercial en m.

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(Q)/D^{2.3}$$

Dónde:

$V_R$  = Velocidad real en m/seg.

$Q$  = Caudal del tramo en lt/seg.

$D$  = Diámetro comercial en pulg.

$$V_R = 1.9735(0.57) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.443 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = (10.674Q^{1.851}/C^{1.852}D^{4.86}) * L$$

Dónde:

$hf$  = Pérdida de carga en el tramo en m.

$Q$  = Caudal del tramo en m<sup>3</sup>/seg.

$C$  = Coeficiente de Hazen y Willians, para este caso será 140.

$D$  = Diámetro comercial en m.

$L$  = Longitud del tramo en m.

$$hf = ((10.674) (0.00057)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 260$$

$$hf = 2.29 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota de salida del reservorio

$$\text{Cota inicial} = 352.6 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 352.6 - 2.29$$

$$\text{Cota final} = 350.3 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**



**Presión inicial** = presión de salida

**Presión inicial** = 0 m

**Presión final** = Cota final – cota topográfica

**Presión final** = 350.3 – 329.48

**Presión final** = 20.8. m

#### **TRAMO: CRP7 – NODO A**

##### **Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

Para este tramo considero el caudal de diseño es decir el caudal máximo horario

$$Q_{\text{ramal}} = 0.57 \text{ lt/seg.}$$

##### **Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 329.48 - 300.05 / 326.65$$

$$S_{\text{max}} = 0.09010$$

##### **Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.57)^{0.38} / 0.09010^{0.21}$$

$$D_t = 0.951 \text{ pulg}$$

##### **Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

##### **Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

##### **Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.57) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.443 \text{ m/seg.}$$

### **Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = ((10.674) (0.00057)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 326.65$$

$$hf = 2.88 \text{ m}$$

### **Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota de salida de Crp7}$$

$$\text{Cota inicial} = 329.48 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 329.48 - 2.88$$

$$\text{Cota final} = 326.6 \text{ m}$$

### **Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{presión de salida de Crp7}$$

$$\text{Presión inicial} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{Cota final} - \text{cota topográfica}$$

$$\text{Presión final} = 326.60 - 300.05$$

$$\text{Presión final} = 26.5 \text{ m}$$

### **TRAMO: NODO A – NODO C**

#### **Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 7$$

#### **Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (7-1)^{.05}$$

$$K = 0.408$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.408) (7) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.429 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 300.05 - 240.57 / 820$$

$$S_{\text{max}} = 0.07254$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.429)^{0.38} / 0.07254^{0.21}$$

$$D_t = 0.893 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0254 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0254 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.412 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.429) / 1^{2.3}$$

$$V_R = 0.846 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $hf$ )**

$$hf = ((10.674) (0.000429)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0254)^{4.86}) * 820$$

$$hf = 30.62 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de A

**Cota inicial** = 326.60 m

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 326.60 - 30.62$$

$$\text{Cota final} = 296.0 \text{ m}$$

### Cálculo de presiones

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de A} - \text{cota topog. A}$$

$$\text{Presión inicial} = 326.60 - 300.05$$

$$\text{Presión inicial} = 26.5 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de C} - \text{cota topog-en C}$$

$$\text{Presión final} = 295.97 - 240.57$$

$$\text{Presión final} = 54.4 \text{ m}$$

### TRAMO: NODO C – NODO D

#### Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)

Dado que este ramal abastecerá solo a una vivienda, y dado que K no puede ser menor a 0.20, establezco este valor para k

$$K = 0.20$$

#### Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.20) (1) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.03 \text{ lt/seg.}$$

#### Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )

$$S_{\text{max}} = 240.57 - 236.02 / 33.14$$

$$S_{\text{max}} = 0.13730$$

#### Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )

$$D_t = (0.71) (0.03)^{0.38} / 0.13730^{0.21}$$

$$Dt = 0.284 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 3/4 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.01905 m.

**Cálculo de la velocidad ideal (Vi)**

$$Vi = 1.5(0.01905 + 0.05)^{0.5}$$

$$Vi = 0.394 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real (VR)**

$$VR = 1.9735(0.03) / 0.75^{2.3}$$

$$VR = 0.115 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = ((10.674) (0.00003)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.01905)^{4.86}) * 33.14$$

$$hf = 0.04 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de C}$$

$$\text{Cota inicial} = 296.0 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 296.0 - 0.04$$

$$\text{Cota final} = 295.9 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de C} - \text{cota topog. C}$$

$$\text{Presión inicial} = 296.00 - 240.57$$

$$\text{Presión inicial} = 54.4 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de D} - \text{cota topog. en D}$$

$$\text{Presión final} = 295.9 - 236.02$$

$$\text{Presión final} = 59.9 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO C – NODO B**

**Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 3$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (3-1)^{.05}$$

$$K = 0.707$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.707) (3) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.318 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 256.50 - 240.57 / 251.89$$

$$S_{\text{max}} = 0.06324$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.318)^{0.38} / 0.06324^{0.21}$$

$$D_t = 0.820 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0254 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0254 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.412 \text{ m/seg}$$

### **Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.318) / 1^{2.3}$$

$$V_R = 0.628 \text{ m/seg.}$$

### **Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.000318)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0254)^{4.86}) * 251.89$$

$$h_f = 5.42 \text{ m}$$

### **Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de C}$$

$$\text{Cota inicial} = 296.0 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 296.0 - 5.42$$

$$\text{Cota final} = 290.6 \text{ m}$$

### **Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de C} - \text{cota topog. C}$$

$$\text{Presión inicial} = 296.0 - 240.57$$

$$\text{Presión inicial} = 54.4 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de B} - \text{cota topog. en B}$$

$$\text{Presión final} = 290.6 - 256.50$$

$$\text{Presión final} = 34.1 \text{ m}$$

### **TRAMO: NODO A – NODO J**

### **Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 19$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (19-1)^{.05}$$

$$K = 0.236$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.236) (19) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.672 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 300.05 - 268.63 / 720$$

$$S_{\text{max}} = 0.04364$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.672)^{0.38} / 0.04364^{0.21}$$

$$D_t = 1.178 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.672) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.522 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = ((10.674) (0.000672)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 720$$



$$h_f = 8.61 \text{ m}$$

### **Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de A}$$

$$\text{Cota inicial} = 326.6 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 326.6 - 8.61$$

$$\text{Cota final} = 318.0 \text{ m}$$

### **Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de A} - \text{cota topog. A}$$

$$\text{Presión inicial} = 326.6 - 300.05$$

$$\text{Presión inicial} = 26.5 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de J} - \text{cota topográfica J}$$

$$\text{Presión final} = 318.0 - 268.63$$

$$\text{Presión final} = 49.4 \text{ m}$$

### **TRAMO: NODO J – NODO K**

#### **Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 2$$

#### **Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (2-1)^{.05}$$

$$K = 1$$

#### **Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (1) (2) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.3 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 300.05 - 268.63 / 720$$

$$S_{\text{max}} = 0.04404$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.3)^{0.38} / 0.04404^{0.21}$$

$$D_t = 0.866 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0254 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0254 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.412 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.3) / 1^{2.3}$$

$$V_R = 0.592 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.0003)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0254)^{4.86}) * 172.11$$

$$h_f = 3.32 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de J

**Cota inicial** = 318.0 m

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 318.0 - 3.32$$

$$\text{Cota final} = 314.7 \text{ m}$$

### Cálculo de presiones

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de J} - \text{cota topog. en J}$$

$$\text{Presión inicial} = 318.0 - 268.63$$

$$\text{Presión inicial} = 49.4 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de K} - \text{cota topog. en K}$$

$$\text{Presión final} = 314.7 - 261.05$$

$$\text{Presión final} = 53.6 \text{ m}$$

### TRAMO: NODO J – NODO L

#### Número de viviendas que abastecerá el ramal

$$X = 17$$

#### Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (17-1)^{.05}$$

$$K = 0.25$$

#### Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.25) (17) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.638 \text{ lt/seg.}$$

#### Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )

$$S_{\text{max}} = 277.8 - 268.63 / 280$$

$$S_{\max} = 0.03275$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.638)^{0.38} / 0.03275^{0.21}$$

$$D_t = 1.227 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.638) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.495 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $hf$ )**

$$hf = ((10.674) (0.000638)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 280$$

$$hf = 3.04 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de J

$$\text{Cota inicial} = 318.0 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 318.30 - 3.04$$

$$\text{Cota final} = 315.0 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de J} - \text{cota topog. en J}$$

$$\text{Presión inicial} = 318.0 - 268.63$$

$$\text{Presión inicial} = 49.4 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de L} - \text{cota topog. en L}$$

$$\text{Presión final} = 315.0 - 277.80$$

$$\text{Presión final} = 37.2 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO L – NODO H**

**Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 9$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (9-1)^{.05}$$

$$K = 0.354$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K * X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.354) (9) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.477 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 277.8 - 277.7 / 40$$

$$S_{\text{max}} = 0.0025$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.477)^{0.38} / 0.0025^{0.21}$$

$$D_t = 1.886 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.477) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.371 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.000477)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 40$$

$$h_f = 0.25 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de L}$$

$$\text{Cota inicial} = 315.0 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 315.0 - 0.25$$

$$\text{Cota final} = 314.7 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de L} - \text{cota topog. L}$$

$$\text{Presión inicial} = 315.0 - 277.80$$

$$\text{Presión inicial} = 37.2 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de H} - \text{cota topog. en H}$$

$$\text{Presión final} = 314.7 - 277.70$$

$$\text{Presión final} = 367.0 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO H – NODO I****Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

Dado que este ramal abastecerá solo a una vivienda, y dado que K no puede ser menor a 0.20, establezco este valor para k

$$K = 0.20$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.20) (1) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.03 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 277.70 - 277.55 / 142.52$$

$$S_{\text{max}} = 0.00105$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.03)^{0.38} / 0.00105^{0.21}$$

$$D_t = 0.79 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 3/4 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.01905 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.01905 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.394 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.03) / 0.75^{2.3}$$

$$V_R = 0.115 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = ((10.674) (0.00003)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.01905)^{4.86}) * 142.52$$

$$hf = 0.16 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de H

$$\text{Cota inicial} = 314.7 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 314.7 - 0.16$$

$$\text{Cota final} = 314.5 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

**Presión inicial** = cota piezométrica de H – cota topog. H

$$\text{Presión inicial} = 314.7 - 277.7$$

$$\text{Presión inicial} = 37.0 \text{ m}$$

**Presión final** = cota piezométrica de I – cota topográfica I

$$\text{Presión final} = 314.5 - 277.55$$

$$\text{Presión final} = 37.0 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO H – NODO F****Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 7$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (7-1)^{.05}$$



$$K = 0.408$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.408) (7) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.429 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 277.7 - 272.91 / 160$$

$$S_{\text{max}} = 0.02994$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.429)^{0.38} / 0.02994^{0.21}$$

$$D_t = 1.075 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.429) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.333 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.000429)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 160$$

$$h_f = 0.83 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de H}$$

$$\text{Cota inicial} = 314.7 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 314.7 - 0.83$$

$$\text{Cota final} = 313.9 \text{ m}$$

### Cálculo de presiones

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de L} - \text{cota topog. L}$$

$$\text{Presión inicial} = 314.7 - 277.70$$

$$\text{Presión inicial} = 37.0 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de F} - \text{cota topog. F}$$

$$\text{Presión final} = 313.9 - 272.91$$

$$\text{Presión final} = 41.0 \text{ m}$$

### TRAMO: NODO F – NODO G

#### Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)

Dado que este ramal abastecerá solo a una vivienda, y dado que K no puede ser menor a 0.20, establezco este valor para k

$$K = 0.20$$

#### Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.20) (1) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.03 \text{ lt/seg.}$$

#### Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )

$$S_{\text{max}} = 272.91 - 271.88 / 73.16$$

$$S_{\text{max}} = 0.01408$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.03)^{0.38} / 0.01408^{0.21}$$

$$D_t = 0.459 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 3/4 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.01905 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.01905 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.394 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.03) / 0.75^{2.3}$$

$$V_R = 0.115 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.00003)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.01905)^{4.86}) * 73.16$$

$$h_f = 0.08 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de F

$$\text{Cota inicial} = 313.9 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 313.9 - 0.08$$

$$\text{Cota final} = 313.8 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de F} - \text{cota topog. F}$$

$$\text{Presión inicial} = 313.9 - 272.91$$

$$\text{Presión inicial} = 41.0 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de G} - \text{cota topog. G}$$

$$\text{Presión final} = 313.8 - 271.88$$

$$\text{Presión final} = 41.9 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO F – NODO E**

**Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 2$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (2-1)^{.05}$$

$$K = 1$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (1) (2) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.3 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 273.25 - 272.91 / 53.09$$

$$S_{\text{max}} = 0.00640$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.3)^{0.38} / 0.00640^{0.21}$$

$$D_t = 1.298 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.3) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.233 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.0003)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 53.09$$

$$h_f = 0.14 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de F}$$

$$\text{Cota inicial} = 313.9 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - h_f$$

$$\text{Cota final} = 313.9 - 0.14$$

$$\text{Cota final} = 313.7 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de F} - \text{cota topog. F}$$

$$\text{Presión inicial} = 313.9 - 272.91$$

$$\text{Presión inicial} = 41.0 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de E} - \text{cota topog. en E}$$

$$\text{Presión final} = 313.7 - 273.25$$

$$\text{Presión final} = 40.5 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO L – NODO O**

**Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 8$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X - 1)^{.05}$$

$$K = (8 - 1)^{.05}$$

$$K = 0.378$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.378) (8) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.454 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 277.8 - 277.77 / 920$$

$$S_{\text{max}} = 0.00003$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.454)^{0.38} / 0.00003^{0.21}$$

$$D_t = 4.602 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial (D)**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.454) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.352 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo (hf)**

$$hf = ((10.674) (0.000454)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 920$$

$$hf = 5.32 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

$$\text{Cota inicial} = \text{cota piezométrica de L}$$

$$\text{Cota inicial} = 315.0 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 315.0 - 5.32$$

$$\text{Cota final} = 309.6 \text{ m}$$

**Cálculo de presiones**

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de L} - \text{cota topog. L}$$

$$\text{Presión inicial} = 315.0 - 277.80$$

$$\text{Presión inicial} = 37.2 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de O} - \text{cota topog. en O}$$

$$\text{Presión final} = 309.6 - 277.77$$

$$\text{Presión final} = 31.9 \text{ m}$$

**TRAMO: NODO O – NODO P**

**Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 3$$

**Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (3-1)^{.05}$$

$$K = 0.707$$

**Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.707) (3) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.318 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 277.77 - 277.19 / 203.23$$

$$S_{\text{max}} = 0.00285$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.318)^{0.38} / 0.00285^{0.21}$$

$$D_t = 1.573 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.318) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.247 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $h_f$ )**

$$h_f = ((10.674) (0.000318)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 203.23$$

$$h_f = 0.61 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**



**Cota inicial** = cota piezométrica de O

**Cota inicial** = 309.6 m

**Cota final** = Cota inicial – hf

**Cota final** = 309.6 – 0.61

**Cota final** = 309.0 m

#### **Cálculo de presiones**

**Presión inicial** = cota piezométrica de O – cota topog. O

**Presión inicial** = 309.6 – 277.77

**Presión inicial** = 31.9 m

**Presión final** = cota piezométrica de P – cota topog. P

**Presión final** = 309.0 – 277.19

**Presión final** = 31.8 m

#### **TRAMO: NODO O – NODO M**

#### **Número de viviendas que abastecerá el ramal**

$$X = 3$$

#### **Cálculo del coeficiente de simultaneidad (K)**

$$K = (X-1)^{.05}$$

$$K = (3-1)^{.05}$$

$$K = 0.707$$

#### **Determinación del caudal del ramal ( $Q_{\text{ramal}}$ )**

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot X \sum Q_g$$

$$Q_{\text{ramal}} = (0.707) (3) (0.15)$$

$$Q_{\text{ramal}} = 0.318 \text{ lt/seg.}$$

**Cálculo de la pendiente máxima ( $S_{\text{max}}$ )**

$$S_{\text{max}} = 280.05 - 277.77 / 205.83$$

$$S_{\text{max}} = 0.01108$$

**Cálculo del diámetro teórico ( $D_t$ )**

$$D_t = (0.71) (0.318)^{0.38} / 0.01108^{0.21}$$

$$D_t = 1.183 \text{ pulg}$$

**Selección del diámetro comercial ( $D$ )**

Como diseñador selecciono un diámetro de 1.5 pulg el cual tiene un diámetro en metros de 0.0381 m.

**Cálculo de la velocidad ideal ( $V_i$ )**

$$V_i = 1.5(0.0381 + 0.05)^{0.5}$$

$$V_i = 0.445 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la velocidad real ( $V_R$ )**

$$V_R = 1.9735(0.318) / 1.5^{2.3}$$

$$V_R = 0.247 \text{ m/seg.}$$

**Cálculo de la pérdida de carga en el tramo ( $hf$ )**

$$hf = ((10.674) (0.000318)^{1.851} / (140)^{1.852} (0.0381)^{4.86}) * 205.83$$

$$hf = 0.62 \text{ m}$$

**Cálculo de la línea de gradiente hidráulica dinámica**

**Cota inicial** = cota piezométrica de O

$$\text{Cota inicial} = 309.6 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = \text{Cota inicial} - hf$$

$$\text{Cota final} = 309.6 - 0.62$$

$$\text{Cota final} = 309.0 \text{ m}$$

### Cálculo de presiones

$$\text{Presión inicial} = \text{cota piezométrica de O} - \text{cota topog. O}$$

$$\text{Presión inicial} = 309.6 - 277.77$$

$$\text{Presión inicial} = 31.9 \text{ m}$$

$$\text{Presión final} = \text{cota piezométrica de M} - \text{cota topog. M}$$

$$\text{Presión final} = 309.0 - 277.19$$

$$\text{Presión final} = 29.0 \text{ m}$$



CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

TRAMO	LONGITUD	COTA DE TUBERIA		N° DE VIVIENDAS(X)	K	CAUDAL (LT/SEG)	S max (m/m)	Dt calculado (Pulg)	D comercial (Pulg)	V Ideal (m/seg)	V real (m/seg)	Hf (m)	L-G-H-D		PRESIONES	
		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
R - CRP7	260	352.6	329.48	26	NO	0.57	0.08892	0.953	1 1/2	0.445	0.443	2.29	352.6	350.3	0	20.8
CRP7 - A	326.65	329.48	300.05	26	NO	0.57	0.09010	0.951	1 1/2	0.445	0.443	2.88	329.5	326.6	0	26.5
A - C	820.00	300.05	240.57	7	0.408	0.429	0.07254	0.893	1	0.412	0.846	30.62	326.6	296.0	26.5	55.4
C - D	33.14	240.57	236.02	1	0.200	0.030	0.13730	0.284	3/4	0.394	0.115	0.04	296.0	295.9	55.4	59.9
C - B	251.89	240.57	256.50	3	0.707	0.318	0.06324	0.820	1	0.412	0.628	5.42	296.0	290.6	55.4	34.1
A - J	720.00	300.05	268.63	19	0.236	0.672	0.04364	1.178	1 1/2	0.445	0.522	8.61	326.6	318.0	26.5	49.4
J - K	172.11	268.63	261.05	2	1.000	0.300	0.04404	0.866	1	0.412	0.592	3.32	318.0	314.7	49.4	53.6
J - L	280.00	268.63	277.80	17	0.250	0.638	0.03275	1.227	1 1/2	0.445	0.495	3.04	318.0	315.0	49.4	37.2
L - H	40.00	277.80	277.70	9	0.354	0.477	0.00250	1.886	1 1/2	0.445	0.371	0.25	315.0	314.7	37.2	37.0
H - I	142.52	277.70	277.55	1	0.200	0.030	0.00105	0.790	3/4	0.394	0.115	0.16	314.7	314.5	37.0	37.0
H - F	160.00	277.70	272.91	7	0.408	0.429	0.02994	1.075	1 1/2	0.445	0.333	0.83	314.7	313.9	37.0	41.0
F - G	73.16	272.91	271.88	1	0.200	0.030	0.01408	0.459	3/4	0.394	0.115	0.08	313.9	313.8	41.0	41.9
F - E	53.09	272.91	273.25	2	1.000	0.300	0.00640	1.298	1 1/2	0.445	0.233	0.14	313.9	313.7	41.0	40.5
L - O	920.00	277.80	277.77	8	0.378	0.454	0.00003	4.602	1 1/2	0.445	0.352	5.32	315.0	309.6	37.2	31.9
O - P	203.23	277.77	277.19	3	0.707	0.318	0.00285	1.573	1 1/2	0.445	0.247	0.61	309.6	309.0	31.9	31.8
O - M	205.83	277.77	280.05	3	0.707	0.318	0.01108	1.183	1 1/2	0.445	0.247	0.62	309.6	309.0	31.9	29.0

### 7.3. CÁMARAS ROMPE PRESIÓN

La red de distribución consta de 1 CRP tipo 7, se ha considerado como caudal de diseño el mayor caudal del ramal donde se encuentra una CRP. Para su diseño hidráulico se ha tomado en consideración al Ing. Roger Agüero Pittman.

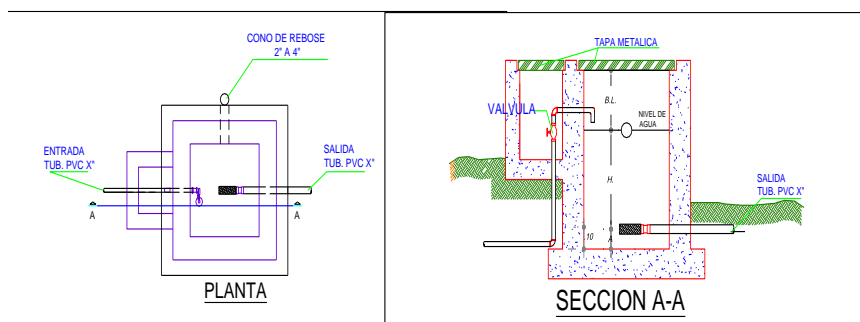
#### DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE CRP7

##### 1.0 DATOS GENERALES DE DISEÑO

##### 1.1 OBJETIVO

El diseño de las cámaras rompe-presión permitirán la concepción de estructuras que logren la disipación de energía proveniente de las alturas considerables de

##### 1.2 ESQUEMA DE ESTRUCTURA DE LA CÁMARA ROMPEPRESIÓN



##### 1.3 CÁLCULO DE LA CARGA REQUERIDA CON LA ECUACIÓN DE BERNOULLI

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario conocer la carga requerida (H) para que el gasto de salida pueda fluir. Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

$$HT = A + B.L. + H$$

DONDE: A = 10.00 cm.(Mínimo)

BL= Borde libre mínimo 40 cm.

H = Carga de agua

HT = Altura total de la cámara rompe presión.

$$H = \frac{1.56 \cdot V^2}{2g}$$

$$V = 1.9765 \cdot \frac{Q}{D^2}$$



$$Q = 0.5700 \text{ lt/seg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$D = 1.50 \text{ Pulg.}$$



$$V = 0.5 \text{ m/seg}$$

$$H = 0.0199 \text{ m.}$$

Por lo tanto  $H = 0.40 \text{ m.}$  Asumido

Asumiendo :

$$B.L. = 0.40 \text{ m.}$$

$$A = 0.10 \text{ m.}$$

$$Ht = 0.90 \text{ m.}$$

POR LA FACILIDAD, EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y EN LA INSTALACION DE ACCESORIOS, SE CONSIDERARÁ UNA SECCION INTERNA DE 0.6 m. x 1.00 m.

### 7.4. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias, serán aquellas instaladas desde la red de distribución hasta las viviendas (acometida domiciliaria, con una pequeña caja de válvula).

## **CAPITULO VIII**

# **OPCIONES TECNICAS PARA EL SISTEMA DE SANEAMIENTO**

---

Las opciones técnicas para el sistema de saneamiento han sido recopiladas de la “GUIA DE OPCIONES TÉCNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS DEL AMBITO RURAL” brindado por el PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL.

### **8.1.FACTORES DE SELECCIÓN**

Para la intervención con servicios de saneamiento en centros poblados del ámbito rural, se debe efectuar el análisis de los factores que inciden en el tipo de opción técnica a utilizar, como condición previa al desarrollo de los estudios y proyectos con el objetivo de contribuir a la sostenibilidad de los sistemas

La opción técnica es la solución de ingeniería que pueda aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas, ambientales, sociales y culturales del centro poblado rural.

El aspecto ambiental será un factor transversal e influirá en la ejecución y funcionamiento de un proyecto. Para efectos de la selección de una opción tecnológica en saneamiento, se deberá considerar la ubicación de los componentes en zonas vulnerables, proponiendo las medidas de mitigación correspondientes, similar consideración se deberá tener para zonas con presencia de resto o vestigios arqueológicos o área naturales protegidos por el estado

Para la selección de la solución técnica del sistema de saneamiento, se recomienda tener en cuenta una serie de factores de orden técnico y cultural. El conocimiento cabal de estos factores resulta vital para la selección de la tecnología más conveniente.

#### **8.1.1. CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA**

Las opciones técnicas están en función de la cantidad de agua que se requiere para la descarga, y se clasifican de la siguiente manera:

- Requieren agua: corresponde a la opción técnica que requiere el uso de agua para el arrastre de las excretas. Esta condición se aplica en las unidades básicas de saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico y en los sistemas de alcantarillado.
- No requieren agua: corresponde a la opción técnica que no requiere del uso de agua para el arrastre de las excretas. Esta condición aplica para las unidades básicas de saneamiento (UBS) tipo secas, tales como: ecología o compostaje continuo, y la de hoyo seca ventilado.

### 8.1.2. UBICACIÓN RESPECTO A LA FUENTE DE AGUA

Para el sistema de saneamiento, la disposición de las fuentes de agua influye en la ubicación, por lo siguiente:

- La disposición de las aguas residuales y/o excretas pueden contaminar las fuentes subterráneas de agua, siendo los más expuestos los pozos excavados o perforados. Por ellos, la distancia de las aguas residuales y/o excretas con respecto al pozo de agua debe ser como mínimo de 25 m aguas abajo, para garantizar que el agua no se contamine por la infiltración de las aguas residuales y los desechos fisiológicos dispuestos en el subsuelo.
- Si el nivel de la napa freática estuviera a una altura menor a las 3.5 m de la superficie del suelo, no se recomienda la instalación de opciones técnicas de saneamiento que puedan contaminar la napa freática, tales como las de arrastre hidráulico, que tiene como disposición final la infiltración de las aguas residuales tratadas en el terreno o las UBS de hoyo seco ventilado.

### 8.1.3. DEL TERRENO A USAR

Para la selección del sistema de saneamiento, en especial las soluciones del tipo familiar deben tenerse en cuenta los siguientes factores asociados al suelo:

- **Disponibilidad del terreno:** Para la aplicación de sistema de saneamiento el usuario debe disponer de un área a usar en el interior de su predio, y en caso fuera necesario ubicarlo fuera de este, no deberá causar problemas a la comunidad.
- **Permeabilidad del suelo:** Los suelos permeables con suficiente capacidad de absorción, permiten viabilizar las soluciones técnicas de saneamiento que requiere efectuar la disposición del agua residual tratada en el suelo, a través de sistema de infiltración.
- **Suelos inundables:** Este tipo de suelo afectan substancialmente la selección de la opción técnica de saneamiento, obligado a colocar soluciones por encima del nivel de inundación o evaluar la aplicación de alternativas apropiadas.
- **Estabilidad del suelo:** Los suelos no cohesivos o no consolidados requieren de trabajos de estabilización de las paredes de las excavaciones. Para suelos rocosos, las soluciones pueden conducir a la selección de una opción técnica elevada.

## 8.2. OPCIONES TÉCNICAS EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO

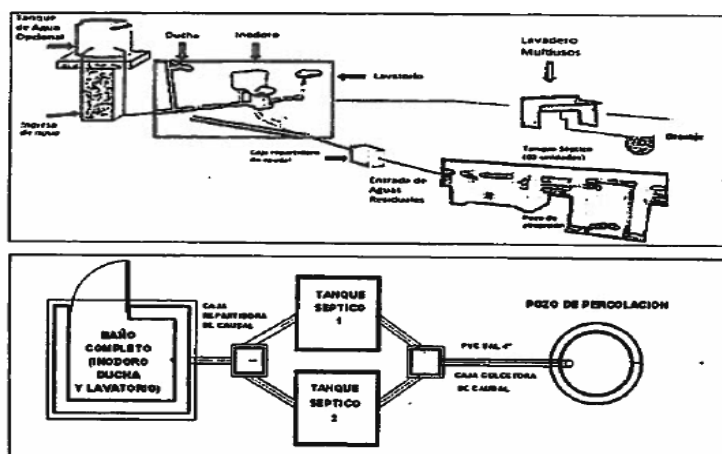
Las soluciones técnicas para los sistemas de saneamiento se agrupan en soluciones individuales y colectivas, y su selección dependerá de los factores definidos anteriormente. En cuanto a las soluciones individuales podemos tener UBS con arrastre hidráulico, UBS ecológica o compostera, UBS de compostaje continuo y UBS de hoyo

seco ventilado; para las soluciones colectivas contamos con alcantarillado convencional y alcantarillado condominal.

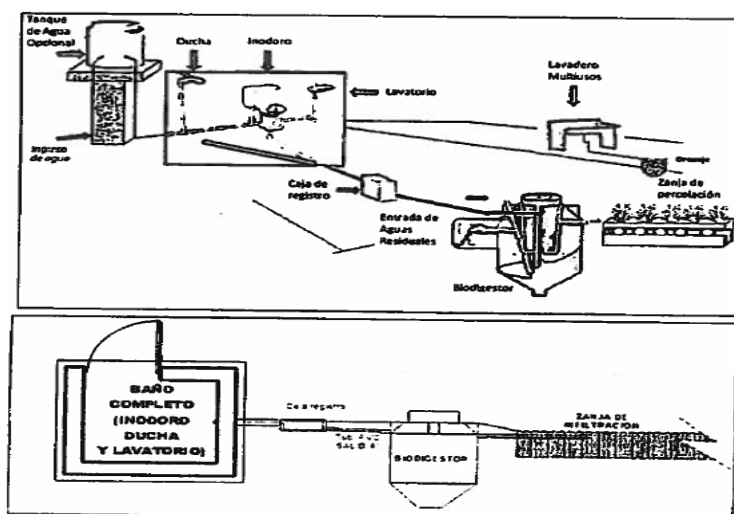
### 8.2.1. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO CON ARRASTRE HIDRÁULICO (UBS-AH)

La UBS.AH está compuesto por un baño completo (inodora, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento de disposición final de aguas residuales, para el tratamiento de las aguas residuales, deben contar con un sistema de tratamiento primario: tanque séptico o Biodigestor. En ambos casos tendrá un sistema de infiltración (pozos de absorción o zanjas de percolación).

Cada TS debe diseñarse para recibir acumulados durante dos años, como mínimo.



*Figura 8.1.  
UBS-AH. Con tanque  
Séptico y pozo de  
percolación.*



*Figura 8.2.  
UBS-AH con Biodigestor y  
zona de percolación*

#### A. COMPONENTES

##### a) Cuarto de Baño



Espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y protegerlo contra la intemperie.

El área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio e inodoro, en cuanto a su ubicación puede estar dentro o fuera de la vivienda, al estar fuera de la vivienda, el techo debe tener una inclinación menos a 10%, en zonas secas o desérticas, y en zonas de lluvia debe ser mayor de 10%

#### **b) Piso de concreto**

Elemento de concreto sobre el cual se apoyan los aparatos sanitarios y el tubo de ventilación del sistema, su espesor es de 0.10m, con acabado de cemento pulido y zócalos sanitarios de 0.10m.

#### **c) Tubería de ventilación**

Tubería que permite evacuar los gases que producen en el sistema, se instala sobre el conducto que conecta el inodoro con el tanque séptico considerando un sombrero de ventilación.

#### **d) Tubería de evacuación**

Es una tubería que conecta el aparato sanitario con el tanque séptico o Biodigestor y a este con el poso o zanja de percolación cuando existen dos pozos (usados secuencialmente) primero se conecta a una caja distribuidora de caudal.

La línea de evacuación de las aguas residuales deberá ser con tubería de PVC de 100 mm de diámetro con una pendiente que permita el arrastre de las aguas residuales por gravedad la misma que deberá

#### **e) Caja distribuidora de caudal**

Es una caja rectangular que recibe la descarga de agua residual para la distribución a los tanques sépticos que trabajaran en forma alterna.

También distribuye las aguas residuales a cada uno de los pozos de infiltración o zanjas de percolación.

Deben asegurar la distribución uniforme del flujo, lo que se puede obtener mediante el uso de medias cañas en el fondo de la caja.

#### **f) Caja de registro**

Las cajas de registro sirven como recolectores de aguas residuales con lo que se facilita su mantenimiento y limpieza, permitiendo la conexión con el Biodigestor, sus dimensiones mas comunes son de 0.30x0.60 m.

#### **g) Tanque séptico**

El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación

Las paredes son, por lo común de ladrillo o bloques de concreto, y deben enlucirse en interior con mortero para impermeabilizarlas.

Todo tanque séptico tendrá losas removibles de limpieza y registro de inspección. Las losas removibles deberán ubicarse sobre los dispositivos de entrada y salida.

#### **h) Biodigestor**

Estructura de forma cilíndrica, con dispositivo de entrada y salida que permita el tratamiento de las aguas residuales similar al tanque séptico, está compuesto por:

- Tubería de entrada de PVC.
- Filtro y aros.
- Tubería de salida de PVC.
- Válvula para extracción de lodos.
- Tubería de evacuación de lodos.

#### **i) Pozo de absorción**

Hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el tanque séptico o Biodigestor.

Los pozos de absorción podrán usarse cuando no se cuenta con área suficiente para la instalación de zanjas de percolación o cuando el suelo sea impermeable, dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables a la infiltración

La capacidad del pozo de absorción se calculará en base a las pruebas de infiltración que se efectúen en el terreno.

Las paredes del pozo de absorción formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas.

#### **j) Zanjas de percolación**

Son excavaciones largas y angostas realizadas en el terreno para acomodar las tuberías de distribución del agua residual para su infiltración en el suelo.

En la construcción de la zanja, son necesarios los siguientes materiales: gravas trituradas, tubería de PVC con juntas abiertas o perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• No contaminan las aguas superficiales subterráneas.</li><li>• Excretas no expuestas directamente al ambiente.</li><li>• Mínima generación de olores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Altos costos de inversión inicial.</li><li>• No recomendable para zonas con napa freática alta</li><li>• No recomendable en zonas de alta incidencia de lluvias.</li><li>• No recomendable en zonas de suelos rocoso o impermeable.</li><li>• Requieren de un operador técnico capacitado para el mantenimiento de las UBS-AH.</li></ul>

#### k) Aplicabilidad

Aplicable en zonas con suelos permeables.

#### 8.2.2. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO ECOLÓGICO O COMPOSTERA (UBS-C)

Cuando el nivel freático es alto y se tenga suelo rocoso, la UBS-C es una alternativa adecuada para la disposición de excretas en zonas donde el suelo es impermeable y napa freática alta. La ventaja competitiva de esta opción técnica es que convierte la materia orgánica (heces) en abono que puede ser utilizado para el mejoramiento de suelos.

La UBS-C es una estructura que cuenta con un inodoro que separa las orinas y las heces en compartimientos distintos, la orina se conduce a un pozo de absorción y las heces son depositadas en una cámara impermeable. Esta unidad cuenta con dos cámaras impermeables e independientes, que funcionan en forma alternada, donde se depositan las heces y se induce el proceso de secado por medio de la adición de tierra, cal o cenizas. El control de humedad de las heces y su mezcla periódica permiten obtener cada doce meses un compuesto rico en minerales con muy bajo contenido de microorganismos patógenos y que se puede utilizar como mejorador de suelos agrícolas, al cabo de ese tiempo.



*Figura 8.3.*  
*UBS – C ecológica o compostera*

## **A. COMPONENTES**

### **a) Cuarto de baño**

Espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y/o proteger al usuario contra la intemperie.

Este cuarto de baño contara con un inodoro con separación de orina y heces diseñado para esta unidad.

Área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio y aparato sanitario.

El cuarto de baño se puede ubicar dentro de la vivienda o fuera de la misma.

El techo debe tener una inclinación menor a 10%, en zonas secas o desérticas, y en zonas de lluvia debe ser mayor de 10%

### **b) Cámara**

Compartimiento donde se depositan las heces hasta transformarse en abono natural, libre de microorganismos.

Se tiene dos cámaras que funcionan alternadamente, cada cámara debe ser lo suficientemente grande como para recibir los desechos acumulados de por lo menos un año

En este tiempo la mayor parte de los organismos patógenos mueren antes de que se extraiga el material descompuesto.

Contará con una losa inferior de concreto, muros en mampostería, losa superior y compuesta, contando ambas cámaras con un orificio en la losa superior por donde caen las excretas

Las paredes y la base deben ser impermeables. El orificio de la cámara que no esté en uso se sella colocando un tapón que tiene la forma del orificio y puede ser hecho de los mismos materiales que las paredes de la cámara.

Pueden colocarse recipientes recolectores en el interior de las cámaras, para luego extraerlos y retirar el contenido en condiciones sanitarias.

#### **c) Tubería de ventilación**

Tiene como función permitir la salida de los gases generados en las cámaras de secado estableciendo comunicación con el exterior

Conducto de PVC que se coloca dentro o fuera del baño y que se interconecta con la cámara seca para eliminar los malos olores y cuenta con su sombrero de ventilación.

#### **d) Pozo de absorción**

Hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual proveniente de los aparatos sanitarios.

Los pozos de absorción podrán usarse cuando no se cuente con área suficiente para la instalación de zanjas de percolación o cuando el suelo sea impermeable, dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables a la infiltración

La capacidad del pozo de absorción se calculará en base a las pruebas de infiltración que se efectúen en el terreno.

Las paredes del pozo de absorción formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas.

#### **e) Zanjas de percolación**

Son excavaciones largas y angostas realizadas en la tierra para acomodar las tuberías de distribución del agua residual proveniente de los aparatos sanitarios.

En la construcción de la zanja, son necesarios los siguientes materiales: grave triturada, tubería de PVC con juntas abiertas o perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• No contaminan superficiales ni subterráneas.</li><li>• Excretas no expuestas directamente al ambiente.</li><li>• Mínima generación de olores</li><li>• El contenido de las cámaras Compostera y la orina se utiliza como mejorador de suelos</li><li>• Larga duración</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alto costo de inversión inicial.</li><li>• Un nivel mayor de capacitación para el mantenimiento con respecto a otras UBS.</li><li>• Después de cada uso necesario agregar cenizas, tierra seca o material vegetal para optimizar el proceso de degradación de la materia orgánica</li></ul>

**f) Aplicabilidad**

Aplicable en regiones con suelos rocosos e impermeable.

**8.2.3. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO CON COMPASTAJE CONTINUO (UBS-CC)**

Cuando técnicamente no se posible la implementación de la UBS-C debido a que la zona sea indudable, se utilizara UBS-CC diferente entre estas unidades es que, en esta, los sólidos y los líquidos son transportados conjuntamente a las cámaras de almacenamiento

Es importante indicar que en esta unidad la descomposición biológica de la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas produce compost, el cual puede ser utilizado como abono de plantas de las viviendas, si se opera y mantiene el sistema adecuadamente.

Como la UBS-CC opera en condiciones aeróbicas no se requiere separar la orina de las heces.

**A. COMPONENTE****a) Tanque de compostaje de polietileno**

En su interior posee dos cámaras que se dividen por una mampara y se conectan entre sí.

La cámara mayor tiene un fondo de plano inclinado donde se depositan las excretas y residuos orgánicos.

La cámara menor tiene un fondo horizontal que permite la acumulación y extracción de un compuesto rico en minerales.

El tanque de polietileno es por lo general de baja densidad y de color negro.

Tendrá un dispositivo que permitirá la remoción del producto final por el fondo del tanque.

#### **b) Conducto de ventilación**

La cámara sanitaria tiene un sistema de ventilación conformado por tuberías internas y externas, el cual contribuye a la descomposición de residuos.

Debe tener sombrero de ventilación

#### **c) Aparato sanitario**

Consiste en un inodoro para facilitar la comodidad del usuario, el cual no usa agua para el arrastre las excretas.

Estará herméticamente unido al tanque para impedir el ingreso de insectos o la salida de malos olores.

#### **d) Caseta**

La caseta sirve de complemento al sistema y se construirá sobre el tanque, permite el aislamiento y privacidad al usuario, para la construcción se utilizará preferentemente materiales locales.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Esta unidad no requiere agua para su uso</li><li>• Se produce compuesto rico en minerales que es utilizado como abono, si se opera y mantiene adecuadamente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esta unidad requiere asistencia técnica de personas técnico calificado para su mantenimiento.</li><li>• Es necesario añadir periódicamente cenizas o materiales vegetales.</li><li>• Costo elevador de construcción.</li><li>• Es difícil contralar y mantener la proporción de carbono – nitrógeno y la humedad en la UBS-CC</li><li>• Requiere de un manejo sanitario de los residuos.</li><li>• Cuando hay demasiado líquido residual en la cámara de compostaje el proceso se puede interrumpir si no se hace el drenado y mantenimiento de</li></ul>

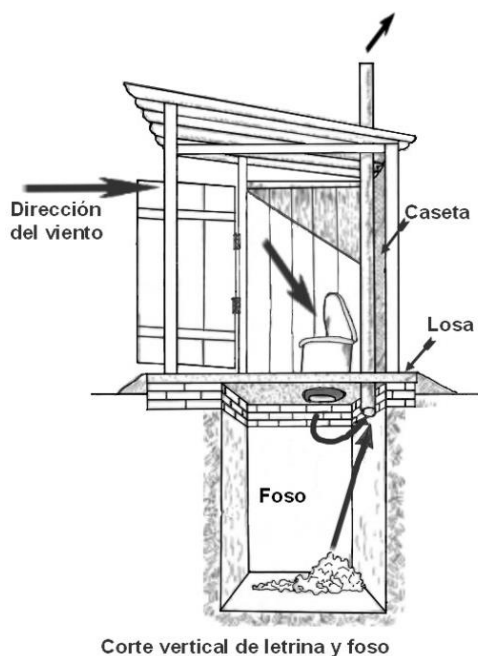
	<p>forma apropiada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las unidades que no están bien instalados o mantenidos pueden producir malos olores y material no procesado.</li> </ul>
--	--

#### e) Aplicabilidad

Su utilización es aplicable a poblaciones rurales ubicadas en zonas inundables.

#### 8.2.4. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO DE HOYO SECO VENTILADO (UBS- HSV)

Cuando no sea técnicamente posible la implementación de las UBS-AH o UBS-C se usará la UBS-HSV siendo esta una solución sencilla para la disposición de las excretas y una alternativa de saneamiento económica.



**Figura 8.4**  
**UBS-HSV**

#### A. COMPONENTES

##### a) Caseta

Comportamiento construido con material de la zona y se ubica por encima del hoyo y laso, permitiendo el aislamiento y privacidad al usuario



La puerta debe abrirse hacia afuera, y estará ubicada en dirección del norte o sur para asegurar penumbra en el interior

**b) Hoyo**

Cavidad de una determinada profundidad que se hace en la tierra para depositar las heces y la orina

Podrá ser cuadrado o circular.

El fondo siempre debe estar 2m por encima del nivel de la naja freática.

**c) Brocal**

Anillo de protección del hoyo. Se estabilizar y sostiene firmemente la losa que tapa el hoyo, brindando hermeticidad entre el hoyo y el ambiente e impidiendo que el agua de lluvia, insectos y roedores puedan acceder hacia el interior del hoyo

Recomendable de concreto simple o reforzado o bloques de piedra asentado con mortero de cemento. Arena

**d) Losa**

Elemento de concreto que cubre el hoyo sostiene el tubo de ventilación y soporta al usuario y va instalado sobre el brocal, cuenta con un orificio por donde caen las excretas.

**e) Aparato sanitario**

Es un dispositivo destinado a posicionar y brindar comodidad al usuario durante la defecación.

Podrá emplearse, una taza sanitaria, loza turca o similar sobre la que se sienta el usuario

La taza sanitaria debe ser construida de una sola pieza y con las paredes lo más lisas posibles.

Si la caseta permite la entrada de luz, se necesita una tapa con sello hermético para evitar la entrada y salida de moscas la taza puede ser de:

- Concreto pulido.
- Fibra de vidrio u Otros similares.

**f) Terraplén**

Montículo de tierra apisonada que se acomoda alrededor del brocal hasta llegar al nivel de la loza con la finalidad de proteger al hoyo del ingreso de agua de lluvia, insectos y roedores

Recomendable mezcla de piedra, tierra de cultivo y arcilla.

**g) Tubería de ventilación**

Conducto que facilita la eliminación de malos olores producto de la descomposición de excretas en el hoyo, hacia la atmosfera por la parte superior de tubo

Conducto de PVC de 100mm de diámetro.

Recomendable se mantenga recto.

Debe tener sombrero de ventilación.

**h) Malla mosquitera**

Tiene como función impedir el ingreso los insectos hacia el interior de la casera

Los materiales que se emplean son malla plástica.

Metálicas o fibra de vidrio

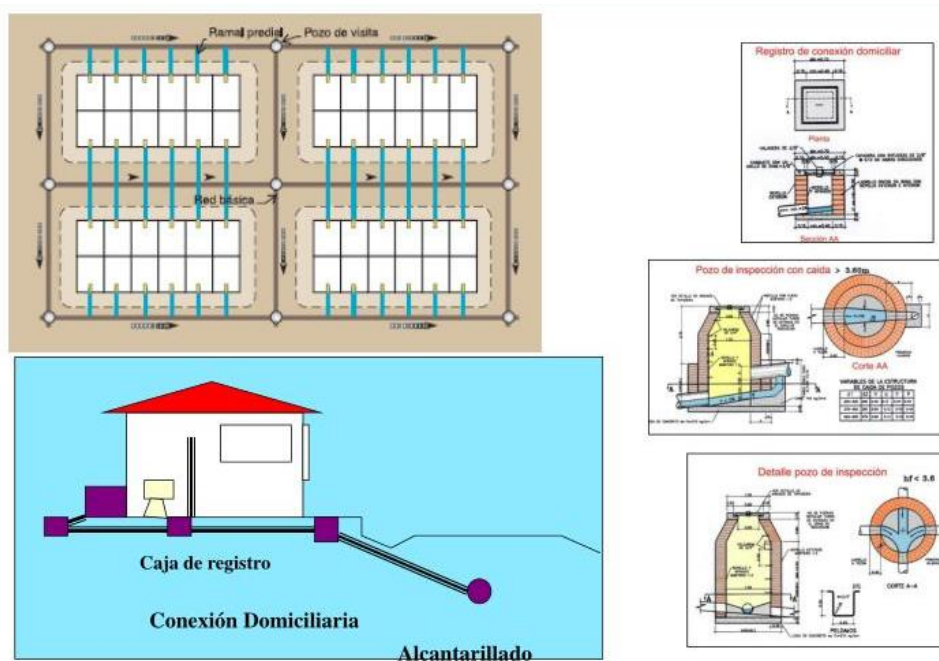
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Costo de construcción baja.</li><li>• Excretas no expuestas directamente al ambiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vida útil de corta duración</li><li>• No recomendable para zonas con napa freática alta</li><li>• No recomendable en zonas inundables</li><li>• No recomendable en zonas de suelo rocoso.</li><li>• Un nivel mayor de capacitación en educación sanitaria para el uso de mantenimiento, con respecto a otros UBS.</li><li>• Un mal diseño genera malos olores y su consecuencia rechazo del usuario</li><li>• Probabilidad de presencia de moscas.</li></ul>

**i) APLICABILIDAD**

Su utilización es aplicable a poblaciones rurales cuando técnicamente no se pueda implementar UBS-AH o UBS-C

**8.2.5. RED DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL**

Compuesta por un conjunto de estructuras constituidas para que las aguas servidas generadas en la población sean recolectadas y conducidas por gravedad mediante tuberías hasta las zonas de tratamiento antes de su vertimiento final.



**Figura 8.5**  
**Red de alcantarillado Convencional**

## A. COMPONENTES

### a) Red de tuberías

Trazamos una tubería instaladas entre dos buzones o cámaras de inspección. Son rectos y con pendientes adecuados.

Las tuberías más usadas actualmente son de PVC; diseñadas para la conducción del caudal máximo, y un tirante máximo del 75% de diámetro del tubo.

### b) Cámaras de inspección

Cámara visitable a través de una abertura ubicada en la parte superior, destinada a permitir la reunión de dos o más colectores. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de los colectores.

Las cámaras de inspección se proyectarán en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza. Podrán ser de dos tipos: buzonetas y buzones de inspección.

#### Buzones de inspección:

Se usan cuando la profundidad sea mayor de 10 m sobre la clave de la tubería.

#### Buzonetas:

Se utilizarán en vías peatonales. Se proyectan solo para colectores de hasta 200 mm de diámetro.

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- \* En el inicio de todo colector
- \* En todos los empalmes de los colectores
- \* En los cambios de dirección
- \* En los cambios de pendiente
- \* En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor o menor diámetro.
- \* En los cambios de material
- \* En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- \* En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza
- \* En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• No existe contacto con las aguas residuales generadas en las viviendas.</li><li>• No genera malos olores</li><li>• No requiere capacitación especializada a las familias para su uso.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alto costo en su construcción</li><li>• El diseño puede ser complejo por las características del terreno, sobre todo cuando el suelo tiene características especiales (napa freática alta. Altas pendientes terreno deleznable (suelto), terreno rocoso y semi-rocoso).</li><li>• Construcción compleja y operación y mantenimiento especializado.</li></ul>

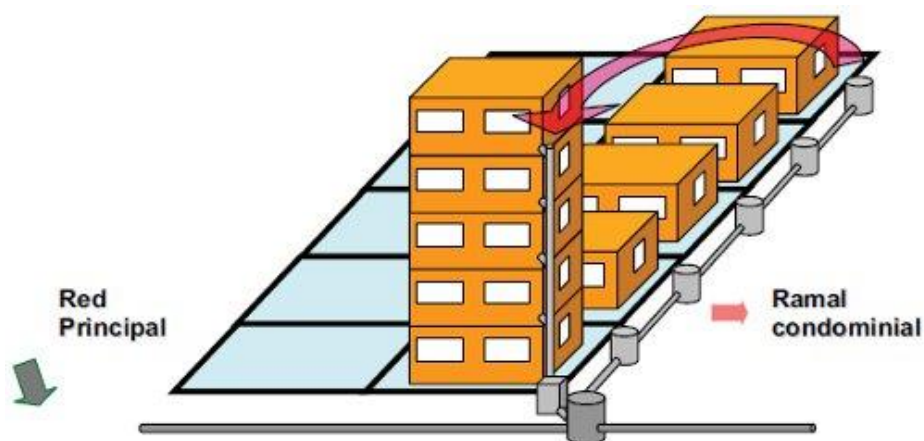
#### c) Aplicabilidad

Aplicable a centros poblados con mayor densidad poblacional

#### 8.2.6. RED DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

Este sistema considera a cada manzana o bloque determinado de viviendas como si se tratara de una sola construcción, por lo tanto, para cada uno de esos bloques

existe una sola salida hacia el colector principal que pasa cerca de ese sitio. Las viviendas de cada bloque conectan las salidas de sus desagües a través de ramales que puedan pasar internamente por lotes o por las veredas. Este sistema cuenta con tres componentes: I) las conexiones privadas colectivas dentro del bloque; II) los colectores públicos principales; y, III) la unidad de tratamiento.



**Figura 8.6**  
**Red de Alcantarillado Condominial.**

## **A. COMPONENTES**

### **a) Ramal Condominial**

Tuberías instaladas por las veredas o por el fondo del lote, que recolectan las aguas residuales de las viviendas mediante cajas condominiales ubicadas en el ramal condominial que sirve para recibir las aguas residuales de cada lote.

Las conexiones dentro de una cuadra o bloque se construyen con una tubería de 100 mm y con una mínima pendiente de 1 %.

### **b) Colector principal**

Conjunto de elementos de alcantarillado convencional compuesto por tuberías, buzones y buzonetes, que reciben y conducen las aguas residuales recolectadas por los ramales condominiales.

Las tuberías más usadas son de PVC; diseñadas para la conducción del caudal máximo y un tirante máximo del 75% de diámetro del tubo.

### **c) Conexión domiciliar**

Compuesta por los siguientes elementos:

- Caja Condominial.
- Tubería.

- Trampa de grasas.

La conexión domiciliar está compuesta por caja de registro de concreto simple o mampostería y tubería de PVC de 100 mm instalada entre la caja de registro y el punto de empalme con el colector de la vía pública. Permite la descarga en caída libre sobre la clave de la tubería colectora

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contacto mínimo con aguas residuales generadas en las viviendas</li><li>• No genera malos olores</li><li>• Menor costo, comparado con el alcantarillado convencional</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una inadecuada operación y mantenimiento del sistema, genera problemas de atoro por sus diámetros reducidos (4" y 6")</li><li>• Diseño complejo.</li><li>• Construcción compleja, operación y mantenimiento especializado.</li><li>• Está expuesta a rotura por sobrecarga</li></ul>

#### d) Aplicabilidad

Aplicable en centros poblados con mayor densidad poblacional.

#### 8.2.7. SELECCIÓN DEL SISTEMA

Luego de hacer un análisis de los factores de selección y de las condiciones, físicas, económicas ambientales, sociales y culturales el criterio técnico seleccionado, la solución que se va a emplear es la unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH); dado que cumple con la capacidad de infiltración en el suelo, al realizar los test de percolación, la no contaminación de la fuentes subterráneas, se cuenta con la disponibilidad del terreno y es una soluciones mas aceptadas en el ámbito rural.

## CAPITULO IX

# DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

---

### 9.1.DISEÑO DE LA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO

#### 9.1.1. GENERALIDADES

##### Definición de letrinas de arrastre hidráulico

Son lugares acondicionados para la evacuación de las heces y la orina. Se diferencia con las letrinas convencionales puesto que la fuerza de tracción que produce el agua evacua las excretas desde el aparato sanitario hasta el hoyo o pozo.

#### 9.1.2. REQUISITOS PREVIOS

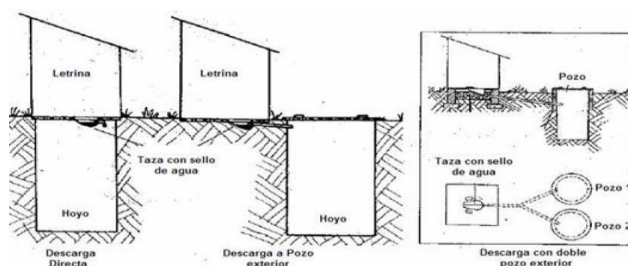
##### Letrinas con arrastre hidráulico

- a) La caseta de la letrina con arrastre hidráulico se ubicará preferentemente al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m.
- b) Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico, destinados al almacenamiento de los líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1 m del muro exterior de la vivienda.
- c) Las letrinas con arrastre hidráulica sólo podrán ser construidos en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos.
- d) Las letrinas con arrastre hidráulico podrán ser construidos en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad especificadas en el presente documento.
- e) En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al abastecimiento para consumo.
- f) En las letrinas con arrastre hidráulico sólo se podrá disponer de papel suave de limpieza anal.
- g) Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico deben ser fácilmente accesible para facilitar su limpieza.

#### 9.1.3. DISEÑO DE LA LETRINA

### Componentes de letrina con arrastre hidráulico

1. Aparato sanitario
2. Caseta
3. Conducto
4. Caja repartidora
5. Hoyo
6. Brocal
7. Terraplén
8. Losa -Tapa



#### 9.1.4. CASETA

Cuando está en el interior de la vivienda, las dimensiones corresponderán a lo establecido en el R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones) para servicios higiénicos. Para casetas situadas al exterior de la vivienda, ellas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El área interior que ocupa la caseta será de un metro cuadrado como mínimo, debiendo tener un ancho mínimo de 0,85 m.
- b) El alto de la caseta no debe ser menor a 1,90 m y el ancho de la puerta no menor de 0,60 m.
- c) La puerta debe ser instalada de manera que pueda cerrarse automáticamente.
- d) El material de construcción empleado en la fabricación de la caseta debe adecuarse a las condiciones climáticas del lugar, de modo que no exponga al usuario a condiciones de incomodidad.
- e) En los lugares donde llueve, será necesario que el techo tenga una inclinación mayor al 10% y tener un voladizo alrededor de la caseta de por lo menos 0,10 m.
- f) Para iluminación y ventilación de la caseta deberá contar con ventanas altas cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario.

Nota: El tipo de letrina planteado es el de Bloques o ladrillos.



### 9.1.5. APARATO SANITARIO

- a) Podrán emplearse aparatos sanitarios del tipo turco o tipo tazas dotados de sifón para la formación del sello hidráulico.
- b) El aparato sanitario deberá ser un accesorio independiente, de una sola pieza y con un acabado lo más liso posible.
- c) El aparato sanitario, bien sea tipo turco o taza, deberá ser herméticamente unido a la losa del piso de la caseta para impedir el ingreso de insectos o salida de malos olores.
- d) El hoyo de la tasa será aproximadamente de 350 mm, en tanto que la profundidad del sello de agua se encontrará entre 20 a 30 mm y el tamaño del pasaje es de 70 mm (variará según el fabricante), pueden ser de dos formas como se muestra en la siguiente figura:

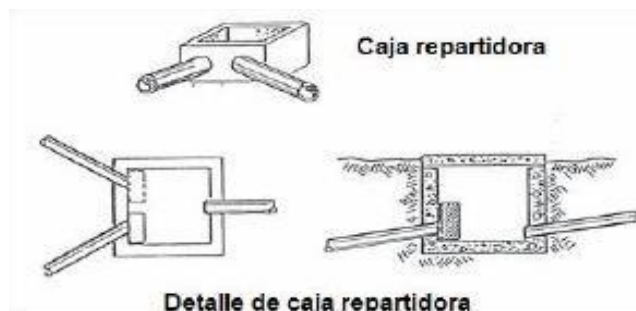
### 9.1.6. CONDUCTO

- a) El conducto de evacuación de las aguas residuales deberá tener como mínimo 100 mm de diámetro.
- b) La pendiente del conducto entre el aparato sanitario y la caja repartidora y de ésta al hoyo no deberá ser menor de 3%.
- c) Se instalará directamente sobre el conducto de evacuación, una tubería de ventilación de 50 mm de diámetro adosada a la pared de la caseta, que deberá prolongarse 0,50 m por encima del techo de la caseta según se encuentre ubicada.
- d) En la parte superior del conducto de ventilación, preferentemente deberá instalarse un sombrero de protección.

### 9.1.7. CAJA REPARTIDOR

Cuanto la letrina de cierre hidráulico cuente con doble hoyo o pozo desplazados:

- a) La caja repartidora se ubicará entre la caseta o baño y los hoyos y tendrá una sección transversal mínima de 0,40 x 0,40 m y contará con una tapa removible.
- b) El fondo de la caja deberá poseer canaletas semicirculares en forma de “YEE” de 100 mm de ancho y 50 mm de profundidad para la conducción de los desechos líquidos.
- c) A la altura de la repartición de la “YEE” deberá contar con un dispositivo o pantalla que permita derivar los desechos líquidos hacia el pozo en operación.
- d) La parte superior de la caja repartidora deberá estar 0,05 por encima del nivel del terreno para permitir su rápido ubicación o para las actividades de mantenimiento.



### 9.1.8. BIODIGESTOR PREFABRICADO

Es una unidad para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno de inmediato.

#### a) Beneficios

- Auto limpiable: no requiere de bombas ni medios mecánicos para la extracción de lodos, ya que con sólo abrir una válvula se extraen los lodos, eliminando costos y molestias de mantenimiento.
- Fácil de transportar e instalar.
- 100% hermético y resistente: no se fisura y confina los excrementos de una forma segura.
- No genera olores, permitiendo instalarlo al interior o cerca de la vivienda.
- Cuida la salud y el medio ambiente.
- Mayor eficiencia en la remoción de constituyentes de las aguas residuales en comparación con sistemas tradicionales como fosas sépticas de concreto y letrinas, las cuales son focos de contaminación al agrietarse las paredes y saturarse.

#### b) Componentes y Funcionamiento

- El agua ingresa por el tubo N° 1 hasta el fondo, donde las bacterias inician la descomposición.
- Luego sube y pasa por el filtro N° 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los anillos de plástico del filtro.
- El agua tratada sale por el tubo N° 3 hacia un área de percolación (pozo de absorción o zanja de infiltración) o humedad artificial.



### c) Limpieza y Mantenimiento

- Abriendo la válvula N° 4, el lodo alojado en el fondo sale por gravedad a una caja de registro. Primero salen de dos a tres litros de agua de color beige, luego salen los lodos estabilizados (color café). Se cierra la válvula cuando vuelve a salir agua de color beige. Dependiendo del uso, la extracción de lodos se realiza cada 12 - 24 meses.
- La primera extracción de lodos debe de realizarse a los 6 meses de la fecha de inicio de utilización, de forma de estimar el intervalo necesario para la limpieza, de acuerdo con el volumen acumulado en el Biodigestor.
- Si observa que el lodo sale con dificultad, introducir y remover con un palo de escoba en el tubo N° 5 (teniendo cuidado de no dañar el biodigestor).
- En la caja de extracción de lodos, la parte líquida del lodo será absorbida por el suelo, quedando retenida la materia orgánica que después de secar se convierte en polvo negro que puede utilizarse como fertilizante.
- Se recomienda limpiar los biofiltros anaeróbicos, echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada 3 o 4 extracciones de lodos.

### d) Dimensionamiento del Biodigestor

Capacidad (Litros)	N° de usuarios según su consumo (l/hab/día)			A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)
	150	90	40						
600	4	7	15	0.88	1.63	0.24	0.35	0.48	0.32
1300	9	14	33	1.15	1.96	0.24	0.33	0.48	0.45
3000	20	33	75	1.46	2.75	0.25	0.40	0.62	0.73
7000	47	78	175	2.42	2.83	0.25	0.45	0.77	1.16

DATOS DE POBLACION:

- DOTACIÓN : 100 Lt/ Hab/día

- DENSIDAD : 7 Hab/vivienda

Realizando la comparación con el cuadro tenemos el biodigestor que más se adecua:

- BIODIGESTOR : 600 Lt

Dónde:

A = Diámetro.

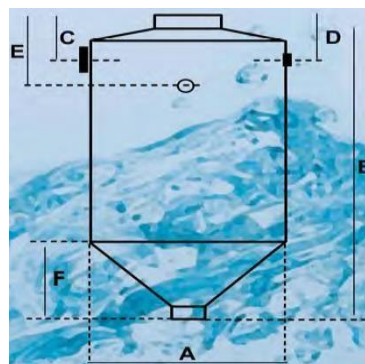
B = Altura.

C = Ingreso

D = Salida

E = Lodos

f = Cono



#### e) Caja de Extracción de lodos

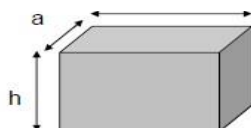
La construcción de la caja de extracción de lodos debe considerar el volumen de evacuación de lodos, el fácil acceso para su limpieza y que el fondo de la caja quede como mínimo a 50 cm debajo de la válvula para la extracción de lodos. La caja tiene las paredes tarrajeadas y no debe tener fondo de concreto con la finalidad de que se pueda filtrar la parte líquida del lodo. Considerar la siguiente tabla de Evacuación de lodos:

Biodigestor Prefabricado	600 l	1300 l	3000 l	7000 l
Evacuación de Lodos	100 l	184 l	800 l	1500 l

#### f) Caja rompe presión

Cuando la pendiente de la tubería de entrada al Biodigestor es muy pronunciada se debe considerar la construcción de una caja rompe presión con la finalidad de disipar la presión del afluente y evitar remover los lodos dentro del Biodigestor.

#### g) Dimensiones de las cajas de registro de lodos



Dimensión (m)	600 lt	1300 lt	3000 lt	7000 lt
a (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
b (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
h (m) *	0.30	0.60	0.60	0.70

La caja de registro seleccionada es de 0.60 x 0.60 x 0.30

(\*) Medido respecto al eje de la válvula de lodos

#### h) Pasos de instalación

1. Excavación.

2. Solado Piso.
3. Colocación del Biodigestor.
4. Nivelación de Biodigestor.
5. Estabilización y llenado de agua.
6. Compactación.
7. Colocación de pest y cama de piedras.
8. Construcción de caja de registro de lodos.

#### **9.1.9. DISEÑO DEL ÁREA DE PERCOLACIÓN**

El agua residual que sale del biodigestor termina su tratamiento en el terreno, en el AREA DE PERCOLACION y está compuesta por:

- Pozo de Absorción
- Registro de Lodos

##### **a) Consideraciones en el diseño de pozo de Absorción o Infiltración.**

El relleno por utilizar en el pozo de infiltración será de grava, libre de material orgánico y no debe contener piedras o fragmento de piedras mayores de 0 1” y deben tener las siguientes características:

- La grava consistirá en partículas limpias, firmes, durables, basalto y bien redondeadas, con tamaño de grano y granulación seleccionados. Se respetará estrictamente la granulometría indicada en los planos correspondientes y no se aceptará una desviación del tamaño, superior al 5%.
- El espesor de los materiales filtrantes será la indicada en los planos y/o memoria
- Se debe asegurar que el material filtrante no sea contaminado durante su instalación.
- El espesor del relleno de grava será de 0.40 cm de acuerdo con lo indicado en los planos.

##### **b) Registro de Lodos**

- La Caja de registro de Lodos será de 0.60 x 0.60 x 0.40 como dimensiones mínimas.
- El material puede ser de concreto, ladrillo, etc.
- Debe de contar con una tapa de protección, para evitar olores molestos.
- La válvula para este tipo de sistema será de 2" y será protegida.
- El lodo que se deposita en la caja con el pasar del tiempo se convierte en polvo negro que puede utilizarse para el abono de planta

Según la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones IS020 (Capítulo 7) Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un “test de percolación”. Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos según los valores de la presente tabla:

**CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN RESULTADOS DE PRUEBA DE PRECOLACIÓN**

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos Medios Lentos	de 0 a 4 minutos de 4 a 8 minutos de 8 a 12 minutos

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistemas de tratamiento y disposición final.<sup>33</sup>

#### **c) Prueba de percolación-procedimiento norma IS.020**

La prueba de percolación se utiliza para obtener un estimativo de tipo cuantitativo de la capacidad de absorción de un determinado sitio. El procedimiento recomendado para realizar tales pruebas es el siguiente:

##### **▪ Número y Ubicación de las Pruebas**

Se harán 6 o más pruebas en agujeros separados uniformemente en el área donde se construirá el campo de percolación.

##### **▪ Tipo de Agujeros**

Excávense agujeros cuadrados de 0,3 x 0,3 m cuyo fondo deberá queda a la profundidad a la que se construirán las zanjales de drenaje.

##### **▪ Preparación del Agujero de Prueba**

Cuidadosamente, con cuchillo se raparán paredes del agujero; añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo del agujero.

##### **▪ Saturación y Expansión del Suelo**

<sup>33</sup> Reglamento nacional de edificaciones I.S-020 “tanques sépticos”- ministerio de vivienda, construcción y saneamiento-Lima Mayo 2014.

Se llenará cuidadosamente con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava y se mantendrá esta altura por un período mínimo de 4 horas. Esta operación debe realizarse en lo posible durante la noche. A las 24 horas de haber llenado por primera vez el agujero, se determinará la tasa de percolación de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación.

▪ **Determinación de la Tasa de Percolación:**

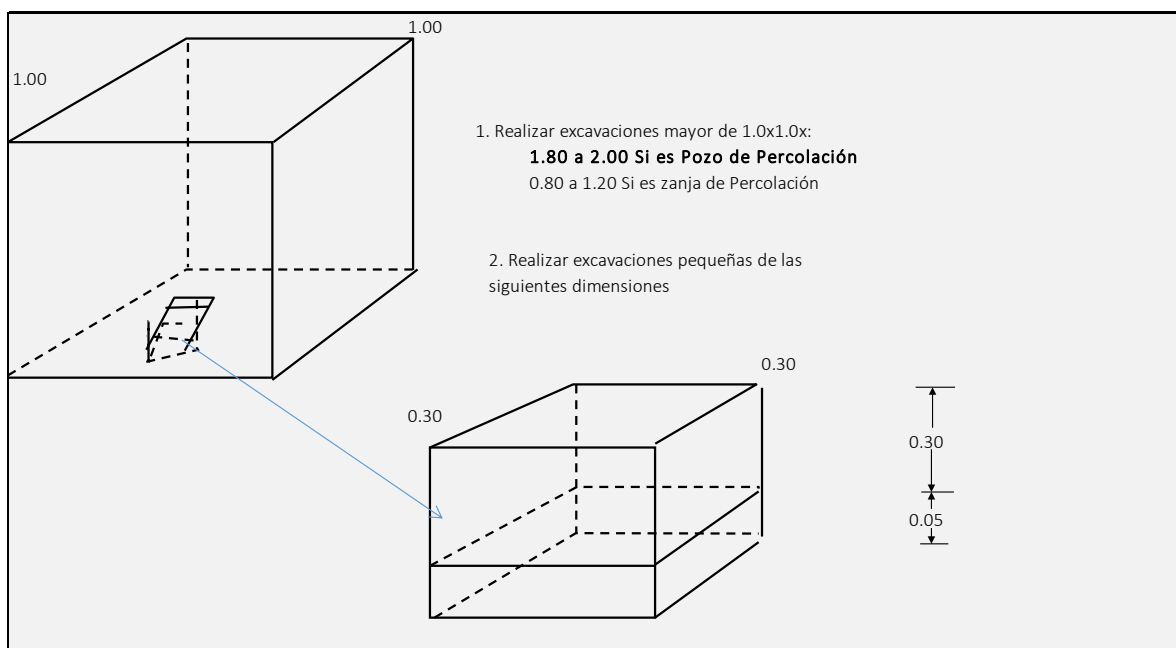
Si el agua permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava. Luego utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua durante un periodo de 30 min. Este descenso se usa para calcular la tasa de percolación.

Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento, de acuerdo con las condiciones locales.

En suelos arenosos o en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.

**PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TEST DE PERCOLACION**

PROYECTO "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA"



3. En los ultimos 5.00 cm se rellena arena gruesa o grava
4. Enrasar durante 04 (cuatro horas) de agua la excavación pequeña
5. Preparar una regla graduada cada 2.5 cms:
6. Registrar las lecturas de descenso

**TEST DE PERCOLACION**

PROYECTO "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA"

Número 1.00

Sector: 1.00

Descenso (pulgadas)	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	RESULTADOS TEST DE PERCOLACION
	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
0	00:00	00:00	00:00	
1	00:05:18	00:05:12	00:05:07	
2	00:10:35	00:10:25	00:10:15	
3	00:15:53	00:15:37	00:15:22	
4	00:21:10	00:20:50	00:20:29	
5	00:26:28	00:26:02	00:25:37	
promedio	00:15:53	00:15:37	00:15:22	00:15:37
El suelo analizado desciende 1" de nivel de agua en:				00:15:37
Equivalente para descender 1 cm.				00:06:09
Coeficiente de infiltración (lt/m2 - dia)				55.13





PROYECTO "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA"

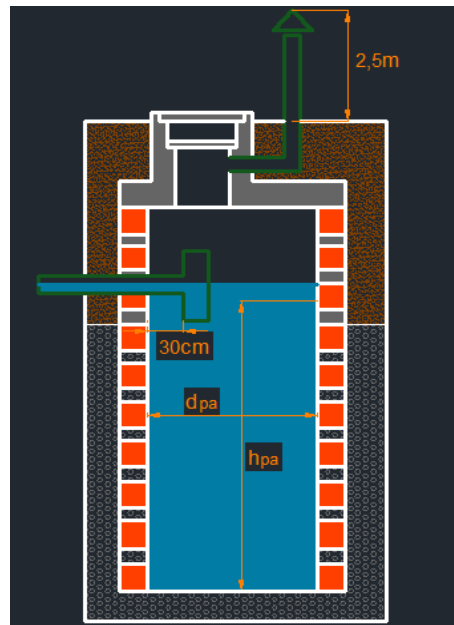
Número 2.00

Sector: 2.00

Descenso (pulgadas)	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	RESULTADOS TEST DE PERCOLACION
	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
0	00:00	00:00	00:00	
1	00:05:23	00:05:28	00:05:15	
2	00:10:45	00:10:55	00:10:30	
3	00:16:08	00:16:23	00:15:45	
4	00:21:30	00:21:51	00:21:00	
5	00:26:53	00:27:18	00:26:15	
promedio	00:16:08	00:16:23	00:15:45	00:16:05
El suelo analizado desciende 1" de nivel de agua en:				00:16:05
Equivalente para descender 1 cm.				00:06:26
Coeficiente de infiltración (lt/m <sup>2</sup> - día)				53.66



## DISEÑO DE POZO DE PERCOLACION



$v_i =$	6.26	[min/cm]	(Velocidad de infiltración)	(De ensayo de infiltración)
$i_a =$	53.66	[lts./m².día]	(Coeficiente de infiltración)	(De ensayo de infiltración)
$q_e =$	100.00	[lts./hab.día]	(Caudal unitario)	
$n =$	7.00	[hab.]	(Cantidad de habitantes en el inmueble)	
$Q_e =$	700.00	[lts./día]	(Caudal total)	
$A_{in} =$	$Q_e/i_a =$	13.05	[m²]	(Área de infiltración necesaria)
$h_{pa} =$	2.30	[m]	(Altura del pozo de absorción)	
$d_{pa} =$	1.80	[m]	(Diámetro del pozo de absorción)	
$A_{id} =$	$\pi d_{pa} h_{pa} =$	13.01	[m²]	(Área de infiltración disponible) (Iteramos hasta que $A_{id}$ sea aproximado a $A_{in}$ )

## CAPITULO X

# EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

---

### 1.1.IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El actual abastecimiento de agua mayormente con conexiones domiciliarias (caño en la puerta de la vivienda), el almacenamiento de agua en recipientes precarios expuestos a contaminación y la inadecuada eliminación de excretas, actualmente afecta las condiciones de salubridad de la población.

Los aspectos ambientales que se evalúan comprenden:

- Medio físico natural;
- Medio biológico;
- Medio socioeconómico; y
- Medio paisajístico y cultural.

Para identificar los potenciales impactos del proyecto de abastecimiento de agua potable sobre el ambiente, es necesario realizar la selección de componentes interactuantes, es decir identificar los principales componentes del proyecto y los aspectos o medios ambientales anteriormente enunciados. Las actividades del proyecto de agua potable y saneamiento de mayor trascendencia respecto de los impactos negativos son:

- Construcción de la infraestructura de captación.
- Instalación de línea de conducción.
- Instalación de línea de aducción y red de distribución.
- Construcción del reservorio apoyado de concreto.
- Instalación de redes y conexiones domiciliarias de agua.
- Construcción del sistema de eliminación de excretas UBS.

#### 1.1.1. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Los impactos negativos pueden ser:

##### a) Aire.

Los efectos en la calidad del aire se podrían manifestar por la emisión de material particulado, principalmente durante los movimientos de tierra para la reconstrucción de las captaciones, instalación de las tuberías en la red de conducción, aducción y distribución, instalación de válvulas y accesorios, e instalación de conexiones domiciliarias.

Considerando la dimensión de la obra, y dado que las emisiones se producirán en espacios abiertos y, por lo general, cerca de las viviendas, estas causarán impactos y perturbación ambiental de moderada magnitud, en forma temporal y con posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

**b) Agua.**

El impacto en este componente ambiental está referido al riesgo de alteración de la calidad del agua, por incorporación de material extraño y contaminado en las fuentes de agua o en el mismo sistema de distribución de agua potable. Respecto al impacto en el componente de saneamiento está referido al riesgo de alteración de la calidad de los cursos de agua, por el vertimiento temporal de aguas servidas. Se estima que los efectos serían de moderada magnitud, de carácter temporal y con posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

**c) Suelo.**

La calidad de este componente ambiental podría verse afectada por los posibles derrames de grasa y aceite por operación de equipos y maquinaria, así como, la acumulación de material excavado y por la disposición inadecuada de los residuos sólidos que se generen durante el proceso constructivo de las obras.

De producirse dichos derrames y acumulaciones de material excavado, se estima que sus efectos serán solo puntuales y de baja magnitud y temporales. Además, este impacto tiene alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

**d) Flora.**

Especialmente en la instalación de las UBS se puede afectar áreas naturales con forestación. Las áreas son pequeñas pero el efecto es permanente y es posible mitigarlo.

**e) Fauna.**

Igualmente, en construcción de las obras, existe una posibilidad de afectar en forma temporal el hábitat de especies nativas. Afortunadamente las áreas son pequeñas, el efecto es temporal, pero es posible su mitigación natural.

**f) Salud.**

El polvo o material particulado que se emite con las excavaciones afectan al sistema respiratorio, especialmente de los niños que normalmente no toman las precauciones del caso para evitar su efecto. Por otro lado, también existe cierto riesgo que ocurran accidentes por la presencia de zanjas abiertas por períodos

largos. Afortunadamente estas ocurrencias son de poca magnitud, temporales y posibles de mitigar.

**g) Paisaje.**

La calidad del paisaje del lugar durante la etapa de construcción de las obras podría verse afectada por el desarrollo de las operaciones constructivas en su conjunto, principalmente por los movimientos masivos de tierra, modificación de la topografía en los nuevos componentes del sistema; en el sistema de saneamiento estaría dado por la implementación de las casetas de las UBS.

Sin embargo, se considera que dicha afectación será mínima, que facilitará la integración de los nuevos componentes del sistema al paisaje del lugar. Por ello, este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, de duración temporal y con alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

**1.1.2. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE ETAPA OPERATIVA**

Se analizarán dos tipos de impactos tanto positivos como negativos, entre los primeros tendríamos:

**a) Servicio de agua potable.**

El mejoramiento del sistema de agua potable permitirá abastecer con el servicio a zonas actualmente menos favorecidas, mejorando la calidad del agua consumida; además de favorecer la total cobertura del servicio. El mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua potable, con un suministro adecuado de agua, permitirá mejorar las condiciones de salubridad en la localidad, lo cual, con los efectos de la educación sanitaria, se traducirá en beneficios para la salud e higiene de la población, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de enfermedades asociadas al consumo de agua y alimentos.

**b) Servicio de saneamiento básico.**

La instalación de las UBS planteadas ayudará a disminuir los efectos de contaminación en el medio ambiente. La educación sanitaria que recibirá la población, sumado a la instalación de las UBS, permitirá mejorar las condiciones de salubridad en la localidad, lo cual se traducirá en beneficios para la salud e higiene de los pobladores, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de enfermedades de origen hídrico asociadas a la inadecuada disposición de excretas. Asimismo, el mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico ejercerá finalmente un efecto positivo en la calidad de vida y bienestar de la población de esta localidad.

Para la producción de algún impacto negativo tiene que presentarse alguna de las situaciones siguientes:

En la posibilidad que no se resuelvan los aspectos de gestión operativa especialmente el fortalecimiento de los recursos humanos existe un alto riesgo de suministrar el agua en condiciones no aptas para el consumo humano. Como se sabe, malos procedimientos en el mantenimiento correctivo de las redes hacen que el agua se contamine, hacen también que existan aniegos por roturas en las tuberías. Si el agua se contamina el impacto sobre la salud de las personas es inmediato. El agua estancada en las calles también puede originar algunos impactos negativos sobre la salud de los niños.

En resumen, la ocurrencia de impactos directos negativos durante esta etapa está asociada a causas operativas básicamente, pero estos efectos son de naturaleza temporal y de rápida mitigación.

En la posibilidad que la población no tome conciencia de la importancia del adecuado mantenimiento de las UBS, existe la probabilidad de una operación inapropiada del biodigestor y pozo de percolación, ocasionando olores desagradables. Un manejo inadecuado por mala operación de estas estructuras atentará contra la contaminación de los suelos y áreas verdes, deteriorando el medio ambiente.

En resumen, la ocurrencia de impactos directos negativos durante la etapa de operación y mantenimiento de las letrinas, están asociados a causas operativas, básicamente, y sus efectos son de poca magnitud, de naturaleza temporal y de rápida mitigación.

### **1.1.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL**

#### **a) Durante el período de construcción.**

Se harán provisiones para que el contratista de la obra efectúe un Plan de secuencia de obra. Asimismo, se exigirá la señalización pertinente para que los pobladores conozcan a distancia prudente las rutas por donde podrán transitar.

Cualquier equipo que sea utilizado deberá tener los silenciadores y/o medios de mitigación de ruidos, a niveles aceptables. De la misma forma se debe controlar el vertimiento de grasas y aceites al suelo.

Los vehículos de transporte de material y agregados deberán cubrir sus tolvas además de humedecer el material granular transportado. Asimismo, precauciones similares se deberán tomar en los sitios de construcción para el manipuleo de estos materiales productores de polvo.

**b) Durante la operación de los sistemas.**

Un personal técnico capacitado y con los recursos necesarios indispensables, puede operar correctamente el sistema proyectado, dado que el sistema es simple, desde el punto de vista hidráulico, trabajara siempre por gravedad. Para ello se debe mantener al personal operativo, con suficiente nivel de capacitación y con las herramientas y materiales necesarios para operar adecuadamente. Como es natural deben establecerse con suficiente claridad los métodos y procedimientos para la realización de sus actividades de operación y mantenimiento. Fundamentalmente debe establecerse e implementarse un buen Programa de Vigilancia y Control de la calidad del agua para consumo humano.

**1.1.4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

En función a los elementos críticos que podrían afectar los servicios, se ha desarrollado un análisis de identificación de elementos que generan riesgos potenciales sobre la infraestructura y/o la actividad operacional.

Eventos que afectarían la infraestructura de los sistemas.

Los eventos que afectarían la infraestructura de los sistemas pueden estar asociados con aspectos externos y con aspectos internos.

**a) Los aspectos externos pueden ser naturales:**

- Fenómenos de lluvia que cuando son alto nivel de precipitación afectan a las estructuras por socavación o por inundación. Lo que comúnmente ocurre es que el agua de lluvia ingresa al sistema obstruyéndolo.
- Friaaje: El descenso anormal de la temperatura ocasiona normalmente la congelación del agua y produce la rotura de tuberías.
- Sismo: Dependiendo de la intensidad, cuando sobrepasa el que se utilizó para los diseños se producirá el colapso de las estructuras rígidas.
- Presencia de terrenos inestables, que en algún momento, con presencia de agua y/o sismo, pueden presentar asentamientos diferenciales haciendo colapsar a las estructuras.
- Los aspectos externos también pueden ser de carácter social; como vandalismo: Por muchas razones manos extrañas atentan contra las instalaciones de agua. Se ha notado esta situación en las captaciones y en las líneas de conducción e infraestructura de agua potable principalmente.
- Acciones bélicas: De menor probabilidad todavía. Los sistemas de abastecimiento de agua son, por lo general objetivos en las estrategias de guerra.



**b) Los aspectos internos son de carácter operacional y de gestión:**

- Acciones inapropiadas de mantenimiento: Por falta de recursos materiales muchas veces se realizan operaciones provisionales que nunca se rectifican. De la misma manera los malos rellenos de zanjas ejecutadas hacen que, con la presencia de agua, se rompa la tubería.
- Ausencia de mantenimiento preventivo: La vida útil de las instalaciones se reduce significativamente si no se someten a un adecuado programa de mantenimiento preventivo.

**c) Eventos que harían vulnerable la calidad y cantidad del líquido vital.**

- Naturales.  
Sequías extraordinarias o dinámica geológica: La capacidad de las fuentes, especialmente manantiales, puede disminuir o anularse, en forma temporal o permanente dependiendo del evento.
- Actividades agrícolas.  
La calidad del agua también puede verse afectada si en la cuenca se utilizan en forma desmesurada los pesticidas o insecticidas u otros, propios de la actividad agrícola.

**d) Medidas a tomar en caso de concurrencia de desastres.**

El operador así como, cualquier poblador ante un evento de emergencia debe realizar las siguientes acciones:

- Mitigar la emergencia con los medios a su alcance.
- Dar aviso inmediato a los directivos de la JASS.
- Dar aviso inmediato a los pobladores que podrían ser afectados por la ocurrencia.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

Culminado el presente trabajo de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL SECTOR CHIQUEROS, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA” se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- El diseño realizado del sistema de agua potable y eliminación de excretas cumple con los parámetros y normas vigentes presentes y consideradas en nuestro país, para la elaboración de proyectos de saneamiento en el ámbito rural. El desarrollo y ejecución de este proyecto mejorará en gran manera las condiciones de vida de los pobladores de la localidad de chiqueros, garantizando con ello un gran impulso hacia el desarrollo.
- La selección de la fuente de captación tipo manantial en condiciones de salubridad aptas, usada para el presente proyecto garantizará el consumo de agua potable de los pobladores de la localidad de chiqueros, erradicando con ello los problemas de salud ocasionados por el consumo de agua no potable.
- Dadas las condiciones para el uso de letrinas con arrastre hidráulico y empleadas en el presente proyecto, garantizará la protección del medio ambiente ya deteriorado debido a las malas prácticas de saneamiento presentes en la localidad de chiqueros.
- Para el proceso constructivo del sistema de agua y eliminación de excretas se recomienda contar con el personal calificado, que permita que el proyecto cumpla a cabalidad para lo cual fue diseñado.
- Es de vital importancia capacitar a la población en cuanto al uso y mantenimiento del sistema de agua potable y eliminación de excretas, ya que el mal uso de este o el mantenimiento inadecuado influirá en la vida útil del proyecto.
- Otro factor muy importante es concientizar a la población para realizar el buen uso del agua potable y no generar desperdicios que repercuten de forma desfavorable en el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA (ICG)- hidráulica. Autores varios. Selección de los principales artículos - 3<sup>ra</sup> edición - abril del 2015.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SUYO (MDS) – Plan de desarrollo concertado 2012-2021 – Junio del 2012.
- ING. MÁXIMO ALEJANDRO SILUPÚ PEÑA – Monografía del distrito de suyo – Marzo del 2012.
- ROGER AGÜERO PITTMAN – Agua potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento – Lima septiembre de 1997.
- IGNASI SALVADOR VILLÀ (COORD.), ELISENDA REALP CAMPALANS, LLUÍS BASTEIRO BARTOLÍ, SERGIO OLIETE JOSA, AGUSTÍ PÉREZ-FOGUET - Abastecimiento de Agua y Saneamiento, Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos – Primera edición, abril del 2005.
- PEDRO RODRÍGUES RUIZ – Abastecimiento de agua, Instituto tecnológico de Oaxaca – Agosto del 2011.
- SIMON ARROCHA RAVELO - Abastecimiento de agua, teoría y diseño – 1<sup>ra</sup> edición corregida – Caracas Venezuela 1980.
- MAGNE AYLLÓN, F.M. ABASTECIMIENTO - Diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I(Tesis de grado de Ingeniería Civil).Universidad Mayor de San Simón - Cochabamba, Bolivia.
- PRONASAR - Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORAMA OS010 - captación y conducción de agua para consumo humano.

- ING. EDUARDO GARCÍA TRISOLINI, Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales.
- VELARDE DEL CASTILLO, ABEL DARWIN, Abastecimiento de agua y alcantarillado (TRABAJO ENCARGADO) UNA-PUNO 2010.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA IS020 - “tanques sépticos”.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, CEPIS. LIMA - guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, - texto único ordenado del reglamento de la ley general de servicios de saneamiento - ley nº 26338.
- PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL (PNSR) - Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural.
- MINISTERIO DE SALUD - Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD – CEPIS - Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA OS030 - Almacenamiento de agua para consumo humano.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA OS050 - Redes de distribución de agua para consumo humano.
- ING. PABLO VALDIVIA CHACON – Diplomado de ingeniería sanitaria – Chiclayo 2017 .



## PLANOS DEL PROYECTO

### INDICE – PLANOS

#### I.GENERALES:

DESCRIPCIÓN	LÁMINA	CANT.
1. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	U-01	01
2. PLANTA GENERAL	PG-01	01

#### II. AGUA POTABLE:

DESCRIPCIÓN	LÁMINA	CANT.
<b>3. CLAVES</b>		
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (0+000.00 – 1+000.00)	PT-01	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (1+000.00 – 2+000.00)	PT-02	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (2+000.00 – 3+000.00)	PT-03	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (3+000.00 – 3+626.36 R)	PT-04	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (3+626.36 R – 0+586.65 A)	PT-05	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (NODOS A -B -C-D)	PT-06	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (NODOS A-J-K-H-I-F-G-E)	PT-07	01
➤ PLANTA TOPOGRÁFICA (NODOS L-O-M-P)	PT-08	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (0+000.00 – 1+000.00)	PL-01	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (1+000.00 – 2+000.00)	PL-02	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (2+000.00 – 3+000.00)	PL-03	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (3+000.00 – 3+626.36 R)	PL-04	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (3+626.36 R – 0+586.65 A)	PL-05	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL (NODOS A -B -C-D)	PL-06	01
➤ PERFIL LONGITUDINAL A (NODOS A-J-K-H-I-F-G-E)	PL-07	01
<b>4. OBRAS DE ARTE</b>		
➤ CAPTACIÓN MANANTIAL	C-01	01
➤ RESERVORIO DE 7 M3	R-01	01
➤ RESERVORIO DE 7 M3	R-02	01



➤ RESERVORIO DE 7 M3	R-03	01
➤ CÁMARA ROMPE PRESIÓN T-7	CRP7-01	01
➤ VÁLVULA DE AIRE	VA-01	01
➤ VÁLVULA DE PURGA (TRAMO)	VP-01	01
➤ VÁLVULA DE PURGA (EXTREMO)	VP-02	01
➤ VÁLVULA DE CONTROL DOBLE	VC-01	01
<b>5. CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>		
➤ CONEXIONES DOMICILIARIAS	CD-01	01
➤ CONEXIONES DOMICILIARIAS	CD-02	01
<b>6. DETALLES</b>		
➤ DETALLE DE CERCO PERIMÉTRICO – CAPTACIÓN	D-01	01
➤ DETALLE DE ZANJAS	DE-01	01

### III. SANEAMIENTO

DESCRIPCIÓN	LÁMINA	CANT.
<b>7. UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO</b>		
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-01	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-02	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-03	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-04	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-05	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-06	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-07	01
➤ UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS-08	01